



**TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO**  
**TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY**

JARMO AHDE  
AMMUNNANHALLINTAJÄRJESTELMÄN DIAGNOSTIIKAN KOU-  
LUTUSPAKETTI  
Diplomityö

Tarkastaja: professori Risto Ritala

Tarkastaja ja aihe hyväksytty  
Teknisten tieteiden tiedekuntaneu-  
voston kokouksessa 3. kesäkuuta  
2015

## TIIVISTELMÄ

**JARMO AHDE:** Ammunnanhallinnan diagnostiikan koulutuspaketti

Tampereen teknillinen yliopisto

Diplomityö, 51 sivua, 7 liitesivua

Elokuu 2015

Automaatiotekniikan diplomi-insinöörin tutkinto-ohjelma

Pääaine: Mittaustekniikka

Tarkastaja: professori Risto Ritala

Avainsanat: Ammunnanhallinta, diagnostiikka, koulutus

Työn tavoitteena oli tuottaa Suomen Puolustusvoimien käyttämälle modifioidulle rakkaalle raketinheittimelle ammunnanhallintajärjestelmän diagnostiikan koulutusmateriaali. Koulutusmateriaali on ensisijaisesti suunnattu asejärjestelmän kunnossapidon tehtäviin koulutettaville reserviläisille.

Koulutusmateriaalin tuottaminen alkoi toimintatutkimuksella, jolla hankittiin tietoa sovellettavasta koulutusmenetelmästä sekä -materiaalista. Koulutusmenetelmän valinnassa sovellettiin myös pedagogiikan ja sotilaskoulutuksen kirjallisuustutkimusta. Koulutusmateriaalin tuottaminen perustui asejärjestelmän tekniseen dokumentaatioon sekä kunnossapidon välineistön käyttöön.

Tuotetun koulutusmateriaalin käytettävyys todennettiin teemahaastattelulla. Haastattelussa valitut kenttätykistöaselajin asejärjestelmien kunnossapidon asiantuntijat testasivat tuotettua materiaalia simuloitussa koulutustilanteessa.

Diplomityö rajattiin koskemaan niitä vikatapauksia, jotka on mahdollista simuloida asejärjestelmätoimittajan valmistamilla adaptereilla. Lisäksi simuloitun vian tuli olla ratkaistavissa järjestelmän konfiguraatioon kuuluvalla dokumentaatiolla ja välineistöllä.

## ABSTRACT

**JARMO AHDE:** Training Kit for Fire Control System

Tampere University of Technology

Master of Science Thesis, 51 pages, 7 Appendix pages

August 2015

Master's Degree Programme in Automation Technology

Major: Measuring and Information Technology

Examiner: Professor Risto Ritala

**Keywords:** Fire control, diagnostics, training

The purpose of the thesis was to produce training material for heavy rocket launcher's fire control system diagnostics used by the Finish Defense Forces. The material is mainly directed to reservists who will be trained to work with weapon system maintenance.

The method of action research was utilized to gather information of suitable training method and training material. The choice of training method was done on the basis of literature research in pedagogy and military training. The production of training material was based on the weapon system- specific documentation and the use of maintenance equipment.

The utility of produced training material was verified by using theme interview. During the theme interview, some maintenance specified experts from field artillery tested the produced training material on simulated training situations.

The scope of the master's thesis was limited to incidents which could be simulated by the system specified adaptors as well as using the documentation and equipment according to weapon system's configuration.

## ALKUSANAT

Haluan kiittää DI Jari- Tapio Rantasta työni ohjaamisesta sekä insinöörejä ja kollegojani Insinööri Mika Iisakkalaa ja Insinööri Markus Iisakkalaa yhteisen pitkän ja vaiherikkaan matkamme aikana käydyistä keskusteluista sekä esittämistänne hyvistä ajatuksista.

Esitän myös kiitokseni työni tarkastajalle professori Risto Ritalalle, jonka kokemus ei näkynyt yksinomaan työn rakenteen tai sisällön ohjaamisessa, vaan myös monipuolisena pedagogiikan osaamisena.

Suurimman kiitoksen osoitan kuitenkin aviopuolisolleni Teijalle, jonka tuki ja ymmärrys on ollut tarpeen näin varttuneemmalla iällä suoritettavien opintojen maaliin saattamiseksi.

Niinisalossa, 6.8.2015

Jarmo Ahde

## SISÄLLYSLUETTELO

1.	JOHDANTO .....	1
1.1	Tutkimuksen taustaa.....	2
1.2	Tutkimusmenetelmät .....	2
1.3	Tutkimuksen tavoitteet ja rajaus .....	4
1.4	Tutkimuksen rakenne .....	4
2.	KOHDEJÄRJESTELMÄ.....	6
2.1	Ongelman asettelu .....	7
2.2	Ratkaisuehdotus .....	9
3.	SOTILASKOULUTUS.....	10
3.1	Sotilaskoulutuksesta yleisesti.....	10
3.2	Sotilaskoulutuksen tavoitteet.....	11
3.3	Sotilastaidot ja sotilastekniikan taitojen kouluttaminen.....	12
3.4	Koulutusympäristö .....	13
3.5	Harjoituksen suunnittelu ja koulutuskortti .....	15
4.	OPETTAMISEN JA OPPIMISEN TEORIAA.....	17
4.1	Oppiminen.....	17
4.2	Opettaminen .....	18
4.3	Sotilaskoulutuksen teoriaa.....	19
4.4	Koulutuksen arviointi ja palaute .....	20
5.	KUNNOSSAPITO JA KUNNOSSAPIDON KOULUTUS .....	21
5.1	Kunnossapito.....	21
5.2	Teknisesti vaativan asejärjestelmän diagnostiikka.....	23
5.3	Kunnossapidon koulutus Puolustusvoimissa .....	25
5.4	Kunnossapidon kouluttaminen tapausopetuksena.....	27
6.	DIAGNOSTIIKKAKOULUTUKSEN SUUNNITTELU .....	30
6.1	Toimintatutkimuksen kenttäkokeet ja kokeiluharjoitukset .....	30
6.2	Mallikortin ja koulutuskorttien laatiminen.....	37
6.3	Teematestien simulointi .....	39
6.4	Aikaisempien harjoitusten palautteet .....	41
6.5	Toimintatutkimuksen ja kertausharjoitusten havainnot tekniikan koulutuksesta. ....	44
7.	PÄÄTELMÄT .....	47
	LÄHTEET.....	50

LIITE A: MALLIDOKUMENTTI DIAGNOSTIIKAHARJOITUKSEN LÄPIVIENNISTÄ

## KUVALUETTELO

- Kuva 1. Täsmäaseeksi luokiteltu ohjautuva raketti M31A1 GMLRS.
- Kuva 2. Modifioitu amerikkalainen raskas raketinheitin M270 A1.
- Kuva 3. Järjestelmään kytketty vikaliitin ja diagnostiikan välineistöä.
- Kuva 4. Kohdejärjestelmän diagnostiikkaympäristöä.

## LYHENTEET JA MERKINNÄT

M270 D1	Suomen Puolustusvoimien hankkiman modifioidun raskaan raketinheittimen mallimerkintä.
FCS	Fire Control System, raskaan raketinheittimen alkuperäisen ammunnanhallintajärjestelmän mallimerkintä.
UFCS	Universal Fire Control System, modifioidun ammunnanhallintajärjestelmän mallimerkintä.
IETM	Interactive Electronic Technical Manual, asejärjestelmän teknisen dokumentaation sisältävä ohjelmisto.
BIT	Built In Test, asejärjestelmän ohjelmistoon koodattu tausta-ajona suoritettava testirutiinien ohjelmisto.
CBIT	Commanded Built In Test, asejärjestelmän ohjelmistoon koodattu käyttäjän toimin ajettavien testirutiinien ohjelmisto.
MM	Maintenance Manager, asejärjestelmän ohjelmistoon koodattu huoltohenkilöstön toimin ajettavien testirutiinien ohjelmisto.
LAG	Launcher Adapter Group, yleisnimitys asejärjestelmän kunnossapitomateriaaliin sisältyvälle testilaitesarjalle. Sarjasta on muodostettavissa eri kokoonpanoja tarpeen mukaisesti.

# 1. JOHDANTO

Asejärjestelmien teknologia- ja kustannustason nousun perusteluna yleisesti kuullaan valmistajien ja tilaajien alati kasvavat suorituskykyvaatimukset. Käytännössä tällä on tarkoitettu asejärjestelmien suorituskykyjen kehittämistä voiman käytön tarkkuudessa ja vasteajassa, liikkuvuuden ja suojan yhteisvaikutuksen kehittämistä sekä elinkaaren aikaisten kustannusten ennustettavuutta. Asejärjestelmien kehitystä ei kuitenkaan voi laskea yksinomaan teknologian tai tietyn uuden tekniikan ansioksi, vaan suuri merkitys on myös jo käytössä olevien järjestelmien verkottamisella, millä on saavutettu kokonaan uusia suorituskykyjä [1].

Asejärjestelmien kehittymisen on perinteisesti tulkittu myös asettavan uusia vaatimuksia niitä kunnossapitävien organisaatioiden materiaaliselle suorituskyvyille, toimitilojen ja työvälineiden ajanmukaisuudelle sekä organisaatioiden välisille ja sisäisille toimintakulttuureille. Kunnossapidon kentällä pitkään jatkuneella suuntauksella toimintojen ulkoistamiseen ja keskittämiseen, on pyritty vastaamaan alati kasvavien kustannustason sekä osaamisvaatimusten asettamiin haasteisiin. Käytännössä tämä on näkynyt toiminnan keskittymisenä ns. kovaan ytimeen, siirtämällä tavanomaisen kunnossapidon tehtäviä ulkopuolisille toimijoille. Oli asejärjestelmien kunnossapito sitten asevoimien organista tai ulkoistamaa, sen tuottavuuden ja kannattavuuden arviointi kiinnostaa aina päätöksentekijöitä ja veronmaksajia.

Asejärjestelmien teknistyminen sekä järjestelmien toisiinsa verkottuminen aiheuttaa jatkossa yhä enemmän haasteita suorituskykyjen elinkaaren aikaisten vaiheiden hallinnalle. Hankintavaiheen kustannusten lisäksi on myös huomioitava käyttöönotosta, käytöstä, kunnossapidosta sekä käytöstä poistosta aiheutuvat kustannukset. Asejärjestelmien elinkaaren hallinta on tärkeää paitsi kustannusten kannalta, myös järjestelmien monimutkaistuminen ja verkottuminen asettavat kokonaan uusia vaatimuksia asejärjestelmien käytettävyydelle [1]. Nykyaikaisilla, korkean teknologian järjestelmillä yksi merkittävimmistä elinkaarivaiheista onkin aina modernisointi. Modernisointien yhteydessä vanhastakin asejärjestelmästä kuoriutuu esiin nykyaikaisen taistelukentän vaatimuksiin vastaava sotakone.

Yhteistä kaikille edellä mainituille tekijöille on, että menestyvään lopputulokseen pääsy edellyttää läpi kunnossapidon kentän motivoitunutta ja osaavaa henkilöstöä, osaamisen hallintaa sekä sen kehittämistä edelleen.



## 1.1 Tutkimuksen taustaa

Opettamisen ja oppimisen teoriaa on historian saatossa tutkittu runsaasti. Vastaavasti sotilaiden kouluttamista ja sen tuloksena saavutettavaa yksilön ja joukon oppimista on tutkittu myös laajasti. Tämän diplomityön aiheena on suunnitella diagnostiikan koulutusmateriaali Puolustusvoimien hankkiman ja päivittämän asejärjestelmän koulutussältöön. Puolustusvoimien elinkaarimallin mukaisesti uuden suorituskyvyn yksi elinkaarivaihe on rakentaminen, jonka yhtenä alavaiheena on käyttöönotto ja siihen sisältyvä henkilöstön koulutus.

Niin sotilaallisessa kuin teollisessakin prosessissa uuden tuotannon tai suorituskyvyn tehokkaan ja menestyneen käyttöönoton osana on myös osaavan ja suorituskäykyisen kunnossapitohenkilöstön kouluttaminen.

## 1.2 Tutkimusmenetelmät

Tutkimus yhdistää useita menetelmiä. Päälähestymistapana on määrällinen tutkimus, jonka ohkeen on liittynyt myös laadullista tarkastelua. Soininen & Merisuo- Storm kirjoittavat ”Kasvatustieteellisen tutkimuksen perusteet”-kirjassaan määrällisen ja laadullisen tutkimuksen ominaispiirteistä [2]. Lähestymistapojen yhdistäminen onkin varsin yleistä haastattelututkimusten osalta. Ensin suoritetaan avoin haastattelu, jonka perusteella valmistellaan teemahaastattelun lomake [2]. Tämän diplomityön aineisto on kertynyt kolmen vuoden aikana. Tyypillisin tilanne on, kun teknisestä ongelmasta on alkanut läsnä olevien asiantuntijoiden välillä hyvinkin vapaamuotoinen keskustelu. Aiheeseen on muodostunut erilaisia lähestymistapoja keskustelun edetessä ja osallistujien oman osaamisen painottamana. Lopulta ongelma on todennettu systemaattisesti ja tarkastelu purettu hyväksyttäväksi tulokseksi. Näin kertynyt aineisto on edelleen kartuttanut aikaisempaa kokemuksen ja osaamisen pääomaa.

Tutkimustyöhön on sovellettu perinteisen lähdeaineiston kirjallisuustutkimuksen lisäksi myös toimintatutkimuksen elementtejä kenttämittausten ja testien aikana. Toimintatutkimus on lähestymistapa, jossa tutkija osallistumalla tutkittavana olevan kohdeyhteisön jäsenten kanssa yhdessä pyrkii ratkaisemaan ongelmat ja saavuttamaan päämäärät [2]. Tätä menetelmää sovellettiin tutkimuksen perustavana työnä suoritetuissa testausharjoituksissa, joissa selvitettiin alustavasti jatkotyöskentelyyn vietävien harjoitusten soveltuvuus asejärjestelmän koulutuksesta vastaavalle joukolle. Testausharjoitukset toteutettiin asejärjestelmän käyttäjäjoukon sotaharjoitusten yhteydessä vuoden 2014 aikana. Testausharjoituksiin osallistuneet asiantuntijat työskentelivät intensiivisesti käytännön haasteiden parissa, usein haastavissakin olosuhteissa kentällä ja ampuharjoituksissa. Tavoitteena oli teorian avulla ymmärtää syvällisesti käytännön ilmiöitä ja etsiä mahdollisuuksia asejärjestelmän omin voimin tapahtuvaksi jatkokoulutukseksi kotimaassa. Harjoitusten parhaat tulokset syntyivät usein paineenalaisten pikatilanteiden jälkeen iltojen ja öiden pitkien keskustelujen yhteydessä.

Toimintatutkimukselle on luonteenomaista [2]:

- tarkoituksena on tiettyyn käytännön tilanteeseen sidotun ongelman ratkaiseminen.
- koko prosessin aikana tapahtuu itsearviointia.
- menetelmä etenee systemaattisesti.
- menetelmän joustavuuden ansiosta tutkimusta voidaan suunnata uudelleen prosessin aikana.
- osallistujat oppivat teoretisoimaan käytäntöjään.
- osallistujat oppivat olosuhteiden, toimintojen ja päätösten välisten suhteiden pohdinnan välityksellä.

Toimintatutkimuksen tulosten dokumentoimiseksi aloitettiin hyvinkin karkean harjoituskohhtaisen taulukon valmistelu. Jo työn valmisteluvaiheessa tuli selväksi, että pelkän taulukon perusteella ei asejärjestelmän diagnostiikkaa tule lähteä kouluttamaan. Toimintatutkimuksen avulla saatiin kuitenkin rajattua jatkotyönä toteutettavaan teematestiin viettävät diagnostiikkaharjoitukset sekä kyettiin täsmentämään varsinaista tutkimuskysymystä.

Toimintatutkimuksen jälkeen laadittiin lähdekirjallisuuteen perustuva malli yksittäisen harjoituksen läpiviennistä. Mallia painotettiin sotilaskoulutuksen vaatimusten mukaiseksi, mutta mukaan pyrittiin saamaan teollisuuden kunnossapidon sekä yleisen opettamisen ja oppimisen teorian parhaita käytäntöjä. Laaditun mallin mukaan tuotettiin tutkimuksen tavoitteena olevat tekniset diagnostiikkaharjoitukset, jotka edelleen vietiin koestettavaksi teemahaastattelua mukaileviin teemaharjoituksiin. Teemahaastattelulla tarkoitetaan tässä tutkimuksessa toteutettua testien sarjaa, jossa koestettiin laadittujen harjoitusten soveltuvuutta koulutukseen todellisissa käytännön tilanteissa.

Teemahaastattelu on yleisesti sijoitettu strukturoitujen ja strukturoimattomien haastattelujen väliin. Haastattelun aihepiiri ja teema on suunniteltu etukäteen, mutta kysymysten muoto ja järjestys muotoutuvat haastattelun edetessä. Teemahaastattelu voikin muistuttaa keskustelua ennalta päätetyistä aiheista [3].

Teemahaastattelulle on luonteenomaista [3],[4]:

- haastattelu voidaan suorittaa yksilöllisesti tai ryhmän kesken.
- haastatteluun on poimittu tutkimusongelmasta keskeiset alueet.
- teemahaastattelu sopii vähän tunnetun ilmiön tiedonhankintaan.
- haastattelun teemoja voidaan muuttaa haastattelun edetessä.
- haastateltavaksi pyritään valitsemaan henkilöitä, joilta saa parhaiten aineistoa aiheesta.

Yleisimmin teemahaastattelua sovelletaan kvalitatiivisen tutkimuksen aineiston keräämiseksi. Tässä tutkimuksessa teemahaastattelun kohderyhmänä oli puolustusvoimien vakinaisessa virassa työskenteleviä ase- ja ammunnanhallintajärjestelmien kunnossapitoalan asiantuntijoita. Haastattelu sisälsi ensin toiminnallisen osuuden, jossa jokainen

haastateltava johti ja koulutti vähintään yhden harjoituksen. Harjoituksen jälkeen purettiin suoritettu harjoitus osallistujien välisenä keskusteluna sekä laadittiin tarvittavia korjauksia haastattelun runkona käytettyyn diagnostiikkaharjoituksen dokumenttiin.

Teemahaastattelun yleisenä ja yhteisenä havaintona todettiin teemaharjoituksiin osallistumisen lisänsen tutkittavien ymmärrystä ja mielenkiintoa aiheeseen sekä vaikuttaneen diagnostiikan opettamista koskeviin ajattelu- ja toimintatapoihin.

### 1.3 Tutkimuksen tavoitteet ja raja

Tarve raskaan raketinheittimen ammunnanhallinnan diagnostiikan opettamisen kehittämiseksi muodostui jo valmistajan vuonna 2012 järjestämän kunnossapitohenkilöstön koulutuksen aikana. Tämän tutkimuksen tavoitteena on tuottaa hankitun ja modifioitun raskaan raketinheittimen ammunnanhallintajärjestelmän diagnostiikan kouluttamiseen sisältyvä harjoitusmateriaali. Materiaalin tulee mahdollistaa valmistajan toimittaman vikaliitinsarjan liittimien käyttöön perustuvien harjoitusten läpivienti.

Tutkimuksen tavoitteen saavuttaminen perustuu teknisen järjestelmän kouluttamiseen soveltuvien parhaiden ja sotilaille suuntautuvien käytäntöjen selvittämiseen. Tutkimuksen tuloksia sovelletaan yksittäisen asejärjestelmän diagnostiikan kouluttamiseen sekä laaditaan tutkimuksen liitteenä esitettävä mallidokumentti. Tutkimuksen liitteenä esitettyä mallidokumenttia tullaan koestamaan todellisessa asejärjestelmässä, kun sen perusteella laaditaan 15 harjoitusta asejärjestelmän diagnostiikan kouluttamisesta. Tutkimuksen tuotteena laadittavat tapauskoulutuksen dokumentit tullaan luovuttamaan vain asejärjestelmää käyttävälle joukkoyksikölle Puolustusvoimissa.

Tutkimus rajataan seuraavasti:

- diagnostiikkaharjoitukset perustuvat valmistajan toimittamien liittimien käyttöön aselavetissa niiden mukana toimitetun dokumentin mukaisesti
- kaikki järjestelmäkohtainen tekninen välineistö ja dokumentaatio on valmistajan ja/ tai puolustusvoimien käyttöön hyväksymää.
- kohderyhmänä ovat puolustusvoimien palkatut ase- ja ammunnanhallinta- alan asiantuntijat.

Tutkimuksen tavoitteen saavuttamista on arvioitu koestamalla tuotettua materiaalia valikoidulle kohderyhmälle suunnatuissa teemahaastatteluissa.

### 1.4 Tutkimuksen rakenne

Luvussa 2 kuvataan kohdejärjestelmä yleisellä tasolla sekä taustoitetaan hankitun asejärjestelmän tietä yhdeksi maavoimien suorituskyvyksi. Lisäksi kuvataan tutkimuksen ongelman taustatekijöitä sekä ongelman ratkaisemiseen johtaneita vaiheita.

Luku 3 sisältää kirjallisuustutkimukseen perustuvan kuvauksen puolustusvoimien sotilaskoulutuksen toteutuksesta. Keskeisenä teemana on määrittää puolustusvoimien yleiseen ohjaukseen perustuen vaativan tekniikan kouluttamisessa huomioitavat perusteet. Toimintatestien aikana tehtyjä havaintoja arvioidaan kirjallisuustutkimuksen perusteella.

Luvussa 4 tutkimuksen tavoitetta lähestytään yleisen opettamisen ja oppimisen teorian kirjallisuustutkimuksen kautta.

Luvussa 5 painopiste on kunnossapidossa yleisesti sekä kunnossapidon ammatillisessa opettamisessa puolustusvoimissa. Luvussa perustellaan myös CASE- harjoitusten valintaa tämän diplomityön tuloksena tuotettujen diagnostiikkaharjoitusten opetusmenetelmäksi.

Luvussa 6 on kuvattu diplomityön toimintatutkimuksen ja teematestien toteuttaminen sekä niissä saavutetut tulokset. Luku sisältää myös lyhyen kuvauksen varsinaisten harjoituskorttien laadinnasta. Luvun lopuksi käsitellään aikaisempien teknisten harjoitusten palautteita ja havaintoja.

Luvussa 7 on esitetty tutkimuksen yhteenveto.

## 2. KOHDEJÄRJESTELMÄ

Raskas raketinheitin on asejärjestelmä, jota perinteisin asein tapahtuvassa sodankäynnissä käytetään laajojen aluemaalien tulittamiseen. Asejärjestelmälle on ominaista saavuttaa suuri hetkellinen tulinopeus suurikaliiperisilla ampumatarvikkeilla käyttämällä lähes samanaikaisesti useita aselavettiin asennettuja laukaisuputkia tai -kiskoja. Asejärjestelmä on luokiteltu ammusaseeksi ja sillä on nimensä mukaisesti ammuttu pääasiassa raketteja [5]. Rakettiaseen tarkkuus ei kuitenkaan ole yhtä hyvä, kuten perinteisen tykistön ballistiikan sääntöjen mukaisesti valmistelluilla ja ammutuilla kranaateilla. Rakettiaseen vaatimattoman tarkkuuden vuoksi tulenkäyttö tulee suunnitella massamaiseksi riittävän tulen tehon saavuttamiseksi. Asetyypille ominaisen suuren hajonnan vuoksi maalityyppinä tulee käyttää laajaa aluemaalia.

Rakettiaselle ominaista suurta hajontaa on mahdollista pienentää aktiivisesti vaikuttamalla raketin vaikutusosan lentorataan laukaisun jälkeen. Osumatarkkuuden parantamisen ansiosta asejärjestelmää kutsutaankin tällöin ohjattavaksi asejärjestelmäksi. Ohjattavien asejärjestelmien yhtenä ryhmänä ovat täsmäaseet [5], joihin nykyaikainen raskas raketinheitin luetaan kuuluvaksi. Asejärjestelmän yksi ampumatarvikevariantti on esitetty alla kuvassa 1.



Kuva 1. Täsmäaseeksi luokiteltu ohjautuva raketti M31A1 GMLRS.

Suomi hankki vuonna 2006 Hollannin ylijäämäkaupasta 22 kappaletta amerikkalaista alkuperää olevaa raskasta raketinheitintä. Tässä hankinnassa toimitettujen aselavettien FCS- ammunnanhallintajärjestelmä (Fire Control System) edusti asejärjestelmän ensimmäisen sukupolven teknologiatasoa 80- 90-lukujen taitteesta. Suomen hankintaa täydennettiin vuonna 2012 päivittämällä aselavettien ammunnanhallintajärjestelmät nykyaikaisiksi UFCS- ammunnanhallintajärjestelmiksi (Universal Fire Control System) [6]. Päivityksellä ensisijaisesti mahdollistettiin asejärjestelmän kantaman ja osumatarkkuuden merkittävä kehittäminen.



Kuva 2. Modifioitu amerikkalainen raskas raketinheitin M270 A1

Modifioitu, Suomessa käytössä oleva Raskas Raketinheitin M270 D1 edustaa tämän tutkimuksen kirjoitusajankohtana oman aseryhmänsä nykyaikaisinta teknologiaa [7].

## 2.1 Ongelman asettelu

Asejärjestelmän (suorituskyvyn) yksi elinkaarivaihe Puolustusvoimissa on rakentaminen. Rakentaminen sisältää käyttöönottovaiheen, johon edelleen sisältyy henkilöstön koulutus [1]. Modifioidun raskaan raketinheitimen käyttöönotto sisälsi myös vakinaisessa virassa työskentelevälle kunnossapitohenkilöstölle suunnatun hankintavaiheen täydennyskoulutuksen. Asejärjestelmän valmistajan toteuttama käyttöönottovaiheen koulutus oli kertaluonteinen tapahtuma, jonka jälkeen edelleen kouluttamisen vastuu siirtyi Puolustusvoimille. Käytännössä koulutuksen johtovastuu on Puolustusvoimien Logistiikkalaitoksen alaisella Logistiikkakoululla ja koulutuksen toteuttaa asejärjestelmää kouluttava joukkoyksikkö.

Toistaiseksi asejärjestelmän ammunnanhallintajärjestelmän kunnossapitoa ja diagnostiikkaa Suomessa on kouluttanut vain käyttäjajoukkoyksikkö sisäisenä työpaikkakoulu-

tuksena oman joukkoyksikön asiantuntijoille sekä kertausharjoituksissa asejärjestelmään kunnossapitoalan tehtäviin sijoitetuille reserviläisille.

Asejärjestelmän valmistaja käytti omassa koulutuksessaan ammunnanhallintajärjestelmään vikoja simuloivaa liitinsarjaa, joka mahdollisti tehokkaiden diagnostiikkaharjoitusten toteuttamisen osana kunnossapidon koulutusta. Valmistaja ei luovuttanut itse käyttämäänsä koulutusvälineistöä Puolustusvoimille hankinnan sopimussisältöön vedoten. Sopimussisältöä täydennettiin lisähankinnalla mutta vikoja simuloivan liitinsarjan toimitus Suomeen viivästyi yli vuodella valmistajan antamasta koulutuksesta. Hankinnan täydentämisen viive korosti diagnostiikan koulutusvälineistön ja koulutuksen suunnitteludokumentaation tarvetta. Runsaan vuoden tauko diagnostiikan harjoittelussa aiheutti sen, että osa valmistajan kouluttamasta tiedosta ehti jo unohtua. Valmistaja ei ollut dokumentoinut omaa koulutustaan yksityiskohtaisesti ja tieto jäi koulutettujen asiantuntijoiden omien muistiinpanojen tai muistin varaiseksi.

Lähes vastaavan liitinsarjan myöhemmin saavuttua, jäi edelleen tarve suunnitella toimitettuun materiaaliin perustuva kotimainen koulutus osaksi asejärjestelmän teknistä koulutusta.



Kuva 3. Järjestelmään kytketty vikaliitin ja diagnostiikan välineistöä.

Merkittävimmän vaatimuksen kotimaassa järjestettävälle yksittäisen asejärjestelmän tekniselle erikoiskoulutukselle asettaa suomalainen asevelvollisuuteen ja reserviin perustuva joukkotuotantojärjestelmä. Suomen kenttäarmeijan teknisiin kunnossapitoryhmiin, joukkueisiin tai komppanioihin sijoitetaan siviilielämässä kunnossapitoalalla työskenteleviä reserviläisiä. Nämä reserviläiset ovat avainasemassa muodostettaessa poikkeusolojen teknisen kunnossapidon suorituskykyä.

Ongelman ydin on mainiosti puettavissa seuraavaan lauseeseen [1]:

Organisaatiolla itsellään ei ole osaamista, vaan organisaatiossa toimivien ihmisten osaaminen muodostaa organisaation osaamisen.

## 2.2 Ratkaisuehdotus

Asejärjestelmän kotimaisen kunnossapidon koulutuksen diagnostiikkaharjoitusten sisältö päätettiin suunnitella seuraavin vaatimuksin:

1. Harjoitusten vaativuus tulee määrittää.
2. Harjoituksella tulee olla opetustavoite.
3. Harjoituksia yhdistämällä tulee saavuttaa nousujohteinen kokonaisuuden osaaminen.
4. Harjoitusten tulee tukea valmistajan toimittajan teknisen dokumentaation käytön opettamista.
5. Harjoitusten tulee olla suunniteltuja ja tukea harjoituskokonaisuuksien suunnittelua.

Suunnittelun tuella tarkoitetaan kertausharjoitusten toteutussuunnittelua. Harjoitusten tulee muodostaa nousujohteisesti etenevä koulutuskokonaisuus, jonka harjoituksia voi sijoittaa viikko-ohjelmiin kertausharjoituksen aiheen mukaisesti.

Suunniteltavien harjoitusten tulee täydentää esittävänä opetuksena annettua asejärjestelmän teoria- ja perusopetusta. Suunnittelussa on huomioitava, että harjoituksia ei ole mahdollista toteuttaa yhdessä kertausharjoituksessa rajallisen ajan vuoksi. Harjoitukset suunnitellaan eri kertausharjoituksiin, joiden vaativuus kasvaa harjoitusten edetessä. Kertausharjoituksen alussa kerrataan edellisen aihe ennen vaativampaan aiheeseen siirtymistä. Koulutuksen vaativuudessa huomioidaan reserviläisten työelämässä hankkima teorian ja käytännön osaaminen.

Maapuolustuksen kannalta merkittävän asejärjestelmän kunnossapidon kertausharjoitus on tarkoitettu suppealle asiantuntijaryhmälle, jonka kertausharjoitus on tehtäväkohtainen harjoitus. Tehtäväkohtaisessa kertausharjoituksessa koulutetaan joukkojen suorituskyvyn kannalta avaintehtäviin sijoitettuja reserviläisiä mm. järjestelmänsinöörit, asemestarit ja aseseppäaliupseerit. Tehtäväkohtaisen kertausharjoituksen onnistumisessa korostuu tehokkaan erikoiskoulutuksen vaatima suunnittelu.



### 3. SOTILASKOULUTUS

Tämä luku sisältää kirjallisuustutkimukseen perustuvan kuvauksen puolustusvoimien sotilaskoulutuksen toteutuksesta. Kirjallisuustutkimuksessa on tavoitteena selvittää puolustusvoimien yleiseen ohjaukseen perustuvat keskeiset sotilaskoulutuksen tavoitteet ja tunnistaa vaativan sotilastekniikan kouluttamisessa huomioitavat tekijät.

#### 3.1 Sotilaskoulutuksesta yleisesti

Yksi puolustusvoimien lakisääteisistä tehtävistä on sotilaskoulutus. Sotilaskoulutuksen tavoitteena on opettaa ja harjaannuttaa sekä yksilöä, että joukkoa toimimaan poikkeusolojen tehtävissä. Sotilaskoulutuksen päämääränä on varmistaa tarvittava sodan ajan osaaminen, joten sodan perusolemuksen, taistelun sekä kriisihallinnan vaatimusten ymmärtäminen on tärkeää. [8]

Sotilaskoulutus vaikuttaa tavoitteellisesti koulutettavien asenteisiin ja taitoihin. Sotilaskoulutus on perinteisesti mielletty johdetuksi (organisoiduksi). Koulutus annetaan ajallisesti ennalta määrätyissä harjoituksissa, joiden aikana koulutettavia ohjataan aktiivisesti oppimaan harjoituksen oppimistavoitteen asiat. Sotilaskoulutuksessa korostuu koulutettavien ja kouluttajan välinen vuorovaikutus. Motivaation merkitys oppimistulosten kannalta on aina suuri; niin koulutettavan kuin kouluttajankin.

Sotilaskoulutuksen sisältö ja rakenne puolustusvoimissa perustuu koulutussuunnitelmaan. Asejärjestelmähankkeissa hyväksytty koulutussuunnitelma on järjestelmän käyttöön hyväksynnän edellytys [1]. Koulutussuunnittelun perusteet on julkaistu puolustusvoimien asianhallintajärjestelmässä normeina.

Koulutus puolustusvoimissa jakaantuu koulutuskokonaisuuksiin, joista keskeisimmät ovat ase- ja ampumakoulutus, taisteluampumakoulutus, taistelukoulutus, kalustokoulutus sekä fyysinen koulutus. Koulutustapahtumat ovat harjoituksia ja oppitunteja [9]. Asejärjestelmän ammunnanhallinnan diagnostiikan kouluttaminen on tyypillinen esimerkki kalustokoulutuksesta, joskin hyvin erikoistuvasta.

Pedagogisella suunnittelulla puolustusvoimissa tarkoitetaan koulutustapahtumien suunnittelua ja johdonmukaisten koulutuskokonaisuuksien ja kurssien muodostamista tapahtumista. Suunnittelu kohdistuu myös siihen, kuinka koulutuskokonaisuudet ja kurssit nivoutuvat nousujohteisiksi koulutuskausiksi [9].

Sotilaskoulutuksen nousujohteisuudella tarkoitetaan sitä, että lisätään koulutuksen henkistä ja fyysistä vaativuutta sekä toimintaympäristön moninaisuutta vastaamaan mahdollisimman pitkälle todellisen taistelun olosuhteita.

### 3.2 Sotilaskoulutuksen tavoitteet

Sotilaiden kouluttamisessa tavoitteiden asettaminen on koulutuksen lähtökohta. Asetettu tavoite antaa pohjan opetuksen sisällölle, materiaalin käytölle sekä käytettävälle menetelmälle. Asetettu tavoite tukee saavutettujen tulosten arviointia.

Tavoitteiden määrittämisessä kouluttajan on huomioitava seuraavia tekijöitä [8]:

- Mitä koulutettavan on osattava koulutuksen jälkeen
- Mikä on olosuhteen asettama vaatimustaso
- Miten harjoituksen onnistuminen arvioidaan esim. aika, virheettömyys
- Miten aikaisemman osaamisen vaikutus huomioidaan
- Miten varmistetaan että harjoituksen tavoite on ymmärretty oikein

Koulutustavoitteiden asettamisessa käytetään yleensä tavoitetaksonomiaa, jonka tarkoituksena on jäsentää millaiseen tiedon omaksumisen tasoon pyritään. Tunnetuin tiedon omaksumisen jäsentämisessä käytetty taksonomia on ns. Bloomin kuusiportainen taksonomia vuodelta 1956.

Puolustusvoimien tavoitetaksonomia jakaantuu kolmeen tavoitetasoon; tuntee, osaa ja hallitsee.

Taulukko 1. Puolustusvoimien tavoitetaksonomia

TAVOITETASOT		
TUNTEE	OSAA	HALLITSEE
Yksilö tai joukko tunnistaa asian sekä kykenee tekemään yksinkertaisia tietoja ja taitoja vaativan suorituksen.	Yksilö tai joukko kykenee tekemään kokonaissuorituksen, johon vaaditaan tietojen ja taitojen yhdistämistä.	Yksilö tai joukko kykenee soveltamaan ja yhdistelemään opittuja tietoja ja taitoja ympäristön muuttuvien vaatimusten mukaisesti.

Puolustusvoimien tavoitetaksonomiassa on kaksi ulottuvuutta:

- Yksittäiseen koulutustapahtumaan liittyvien tietojen ja taitojen oppiminen.
- Yksilön ja joukon tavoitteiden vaatimukset.

Kouluttajan on pelkän tavoitteen ilmaisemisen lisäksi pyrittävä selkein esimerkein kertomaan, mitä tavoitteen täytyminen tässä kyseisessä harjoituksessa tarkoittaa. Opetustavoitteen kuvaus on onnistunut, jos koulutettavilla on oikea mielikuva tavoitteesta. Vaativan diagnostiikkaharjoituksen opetustavoitteen jäsentämisen helpottamiseksi tuotetut diagnostiikkaharjoitukset luokiteltiin kolmen vaatimustason mukaisesti.

### 3.3 Sotilastaidot ja sotilastekniikan taitojen kouluttaminen

Sotilaskoulutuksen kiinteänä osana on tekemiseen liittyvien taitojen oppiminen. Taitojen kouluttamisessa on tunnistettavissa neljä eri vaihetta [8]:

1. Perusteet, jossa luodaan taitoon liittyvä teoriapohja oppitunnein, mallisuorituksin tai opetusvideoita katsomalla.
2. Harjaantuminen, jossa harjoitellaan vaaditun taidon osataitoja. Osataitojen oppiminen edellyttää harjoitusten toistamista siten että lähestytään automaattista suorittamista. Toistokoulutus vaatii onnistuakseen paljon niin kouluttajalta kuin koulutettaviltakin.
3. Tavoitteen saavuttaminen, jossa osataidot yhdistetään kokonaissuoritukseksi. Edelleen toistokoulutuksen merkitys on suuri automaation saavuttamiseksi. Tavoite on saavutettu, kun koulutettavat itse tunnistavat onnistuneen kokonaissuorituksen ja muodostavat käsityksen siitä mitä voi edelleen kehittää.
4. Sovellettu osaaminen, jossa opetettuja tietoja ja taitoja kyetään yhdistämään ja siirtämään toisiin tilanteisiin. Saavutetaan aikaisempien vaiheiden vaatimustaso, vaikka olosuhde- ja häiriötekijät muuttuisivat oleellisesti.

Vaativan sotilastekniikan taitojen kouluttamisen vaiheet on huomioitavissa monin tavoin. Yhtä ainoa oikeaa kouluttamistapaa tai yhtä selkeää vaihetta ei ole, vaan kouluttamistavoitteiden saavuttaminen on useasta tekijästä ja vaiheesta muodostuva kokonaisuus. Vaativan sotilastekniikan taitojen koulutuksessa on korostettava sotilastekniikan käyttämiseen liittyvää vastuuta. Vastuullisessa tekniikkaan liittyvien taitojen koulutuksessa on huomioitava:

- Käyttöturvallisuus
- Käytön tai toimenpiteen riskitaso
- Normiohjauksen vaatimukset
- Ympäristö- ja seurannaisvaikutukset
- Kustannukset
- Eettisyys

Tekniikan koulutuksessa yhdistetään teoriaan perustuvat vastuutekijät koulutettavaan taitoon. Koulutusmuotona kertausharjoitus korostaa pitkäkestoisen muistamisen merkitystä. Muistamista helpottaa harjoituksen aikana ja lopussa annettu palaute liittyvine keskusteluineen. Oppiminen ei pääty pelkästään harjoituksen päättymiseen, vaan asioiden ollessa vielä lyhytaikaisessa työmuistissa, niistä käyty keskustelu tukee niiden taltiointia pitkäkestoiseen muistiin [8].

Kohdejärjestelmälle tyypillisessä käytännön tekemistä edellyttävässä ryhmätyössä koulutettavien väliset oppimistavat ja mieltymykset ovat henkilöriippuvaisia. Tämä vaikuttaa kunkin tapaan saavuttaa asetettu oppimistavoite. Visuaaliselle oppijalle on tärkeää, että koulutuksessa käytetään havaintomateriaalia, kuvia ja videoita. Visuaaliselle oppi-

jalle on myös tärkeää säilyttää näköyhteys kouluttajaan, mikä ei kohdejärjestelmässä ole aina mahdollista. Kohdejärjestelmälle tyypillisten toimintakaavioiden, lohkokaaavioiden ja interaktiivisen teknisen dokumentaation sisältämän kuvamateriaalin käyttäminen tukee visuaalista oppijaa [8],[10]. Kinesteettiset ja taktilliset oppijat ovat vahvoilla käytännön tekemistä ja liikkumista edellyttävässä diagnostiikkaharjoituksen ryhmässä. Käytännön suorittamisen keskeyttävä keskustelu edesauttaa usein väistyvän auditiivisen oppijan pysymistä mukana harjoituksessa.

Raskaan raketinheitinjärjestelmän hankkeen projektipäälliköt Petri Haataja sekä Kari-Pekka Niemelä laativat vuonna 2010 kehittämishankkeena raskaan raketinheitimen koulutuksesta vastaavan perusyksikön koulutussuunnitelmat [11]. Kehittämishankkeen raportissaan he perustelevat koulutussuunnitelmien painotusta resurssikysymyksellä. Suomalaista raskasta raketinheitinyksikköä vastaavia yksiköitä on joukkotuotannossa useissa muissa Euroopan maissa. Näiden yksiköiden menettelyjä ei ole kuitenkaan voitu ottaa käyttöön sellaisenaan suomalaiseen järjestelmään. Merkittävin ero on NATO-maiden kyky pitkälle vietyyn ammattimaiseen erikoiskoulutukseen, mittavien taloudellisten ja henkilöstön käytön resurssien ansiosta. Suomessa resurssien rajallisuudesta sekä erilaisesta joukkotuotantojärjestelmästä johtuen, ryhmän miehet osaavat toistensa tehtäviä ristiin. Siinä missä suurvalta-armeijat kouluttavat erikoisosaajia, suomessa koulutetaan moniosaajia. Oikeaan reservin tehtävään sijoitettu ja kertausharjoitettu kunnossapidon reserviläinen on siviiliurallaan vaativien teollisuusprosessien kunnossapidon ammattilainen. Reservin tehtävässään hän perinteisten sotilastaitojen lisäksi kykenee täydentävän koulutuksen saatuaan soveltamaan ammattitaitoaan teknisesti vaativan asejärjestelmän kunnossapidon ja diagnostiikan tehtäviin.

### 3.4 Koulutusympäristö

Koulutusympäristö voidaan ymmärtää fyysisenä tilana, sosiaalisena vuorovaikutuksena, tietoverkon infrastruktuurina tai harjoitusalueen muodostavana ympäristönä [13].

Sotilaan toimintakykyä kehittävään koulutusympäristöön tulee Sotilaspedagogiikan perusteet - kirjan mukaan sisältyä seuraavia tekijöitä [9]:

- Itsenäinen tiedon hankinta ja käsittely.
- Oppiminen tapahtuu pääasiassa oman tekemisen kautta.
- Mahdollistaa kokeilun ja erilaisten toimintamuotojen etsimisen
- Sallii turvallisissa rajoissa myös erehtymisen.
- Ohjaa yhteistyöhön ja yhteiseen pohdintaan.
- Ohjaa tekemään omaa kehittymistään koskevia päätöksiä.

Koulutusympäristö, -ilmapiiiri sekä -tila liittyvät kiinteästi toisiinsa. Perinteisen luentomallin mukaisesti järjestetty tila antaa koulutettaville kuvan tulevasta opetuksesta. Tuoli- ja pöytien sijoittaminen opetustilaan kertoo, mitä heiltä odotetaan ja miten opetuk-

sen aikana tullaan työskentelemään. Suoriin riveihin järjestetyt pöydät kertovat, että seuraavaksi luennoidaan ja pienryhmiin järjestetyt pöydät kertovat, että seuraavaksi työskennellään ryhmissä keskustellen [11].

Järjestämällä opetustila viiston ryhmämallin mukaisesti saavutetaan mahdollisuus nopeaan tehtävänantoon ryhmille sekä ryhmien sisäiseen, että väliseen keskusteluun. Kun oppilaat on järjestetty jo valmiiksi ryhmiin, ei ryhmien organisoitumiseen kulu erikseen aikaa. Lisäksi kalusteita ei juuri tarvitse siirtää työskentelyn aloittamiseksi.

Teknisten järjestelmien kunnossapidon teoria on perusteltua opettaa luokkatiloissa luentomalliin järjestetyssä tilassa. Erityisesti luokkaopetuksena toteutettu työasema- tai sovelluskoulutus on perusteltua suorittaa luokassa, jolloin kaikki näkevät kouluttajan näytön projektorinäkymän ja luokan tukijärjestelmät ovat helposti käytettävissä. Käytännön toimenpiteet opetetaan usein kaluston varasto- tai huoltotiloissa. Näissä tiloissa kouluttaminen edellyttää ajoittain järjestymistä luentomaiseen opetukseen ja siksi on hyvä järjestää em. tilaan myös pöytiä ja tuoleja kaluston viereen. Nämä kalusteet tulee sijoittaa ryhmämallin mukaisesti siten, että rintamasuunta on edelleen kohti kouluttajaa ja tussitaulua.

Kun kalusto- tai huoltotila on opetustilana, tärkein materiaali on jo valmiiksi paikalla. Raskasta havaintomateriaalia ei tarvitse erikseen siirtää huoltohalliin järjestettyyn opetustilaan ja tuki erilaisille koekäyttötilanteille on usein valmiina paikalla. Ryhmistä on helppo siirtyä tarkastelemaan korjattavaa kohdetta, työpöytien ja työkalustojen käyttö on mahdollista sekä koulutettavilla on mahdollisuus puhdistaa itsensä työn jälkeen ennen ruokailuun siirtymistä.

Haittapuolena kalusto- ja huoltohallien koulutustilana käyttämiselle on tilojen monikäyttöisyys. Tilat on rakennettu ja varustettu mahdollisimman monikäyttöisiksi, mikä on tarkoittanut usein kompromissien hakemista mitoituksissa, varustelutasossa ja kustannuksissa. Vaativan erikoiskaluston kouluttaminen yleiskäyttöisessä tilassa vaatii enemmän valmisteluja, kuin kouluttaminen vain tätä varten rakennetussa koulutushallissa. Monikäyttötilojen alas laskettavat jakoseinät eivät aina riitä koulutusta häiritsevän melun, pakokaasujen tai puheen eristämiseen, mutta niiden käyttäminen on suositeltavaa.

Tilojen käytön suunnittelun merkitys harjoitussuunnittelun osana on suuri. Yleensä raskaan kaluston hyviin tuloksiin johtava koulutus vaatii, että vaiheet opetetaan sisätiloissa. Soveltava koulutus toteutetaan maastossa, jossa yhteistoiminta eri koulutusryhmien välillä on myös suunniteltava.

Raskaan kaluston kunnossapidon ammattihenkilöstö on jo ennen kertausharjoitukseen tuloaan tottunut työskentelemään vaativissa olosuhteissa. Kouluttajan on silti suunniteltava oppimisympäristö, tilankäyttö ja aihe oppimisen kannalta mielekkääksi kokonaisuudeksi. Vain siten on mahdollista saavuttaa hyviä oppimistuloksia vaativan tekniikan

kunnossapidon ja diagnostiikan kouluttamisessa. Hyvin järjestetyssä koulutustilassa koulutus on turvallista, tehokasta ja ryhmässä tekemisen mahdollistavaa.

### 3.5 Harjoituksen suunnittelu ja koulutuskortti

Kouluttajan oppaan mukaan harjoituksesta on laadittava kirjallinen harjoitussuunnitelma. Kirjallisen suunnitelman laatimisen tarkoitus on pakottaa kouluttaja suunnittelemaan harjoituksensa yksityiskohdat. Hyvä kouluttaja on valmentaja, joka valmistautuu opetukseensa huolella. Oppilas aistii aina, mikäli kouluttajan suunnittelu ja valmistautuminen on ollut puutteellista. Harjoitussuunnitelma on suunnittelun, valmistelun ja toteuttamisen apuväline, johon kouluttaja on koonnut harjoituksessa huomioitavat asiat. Koulutuskortti on harjoituksen yksittäisen koulutusaiheen suunnitelma [8].

Huolellisesti laadittu harjoitussuunnitelma auttaa kouluttajaa keskittymään oleelliseen, kouluttamaan virheettömästi, pysymään aikataulussa sekä ehkäisemään tai ennakoimaan ongelmatilanteet [8]. Harjoitusta suunnitellessaan kouluttaja ottaa kantaa koulutustilanteen rooleihin. Kouluttaja suunnittelee oman toimintansa, sekä miten odottaa koulutettavien toimivan harjoituksessa. Omassa toiminnassa on huomioitava oppimistavoite: onko kyse perussuorituksen oppimisesta vai pitkälle edenneen joukon soveltavasta suorituksesta?

Harjoitusten suunnittelun yleisimpiä lähteitä ovat :

- koulutussuunnitelmat
- viikko- ja päiväohjelmat
- koulutuksen seurantalomakkeet tai tietopankit
- suoritusvaatimukset
- ohjesäännöt, oppaat tai muut koulutusohjeet
- havainnot ja palautteet aikaisemmista harjoituksista.

Kouluttajan oppaassa on kuvattu yleisimmät suunnittelun periaatteet sekä esitetty malli laadittavasta harjoitussuunnitelmasta ja koulutuskortista. Tässä diplomityössä suunniteltiin diagnostiikkaharjoituksen kouluttamiseksi mallikortti, jonka rakenteessa otettiin huomioon puolustusvoimien yleiset vaatimukset. Teknisen järjestelmän ja sen diagnostiikan kouluttamisen erityispiirteet asettivat lisävaatimuksia tuotettujen koulutuskorttien sisältöön sekä ulkoasuun. Tuotettujen koulutuskorttien alkuperäinen tavoite säilyi kuitenkin muuttumatta.

Harjoitusten suunnittelu on iteratiivinen prosessi, jossa sisältö ja rakenne tarkentuvat suunnittelun edetessä. Harjoitusten suunnittelussa on huomioitava edellisten vastaavien harjoitusten palautteet. Edellisten harjoitusten suunnitelmat ja palautteet ovat arvokasta materiaalia harjoitusten kehittämisessä [8].

Harjoitussuunnitelmien laajuus ja sisältö ovat riippuvaisia kouluttajan koulutuskokemuksesta ja aihealueen osaamisen syvyydestä. Vähäisen kokemuksen omaavan kouluttajan tulee harjoitukseen valmistautuessaan suunnitella harjoituksensa huolella. Kokenut kouluttaja valmistautuu harjoitukseen kertaamalla edellisen harjoituksen suunnitelmat ja palautteet tarvittavat parannukset huomioiden.

## 4. OPETTAMISEN JA OPPIMISEN TEORIAA

### 4.1 Oppiminen

Kun puhutaan oppimisesta, sitä pidetään arkipuheessa yleensä itsestään selvänä käsitteenä. Itse asiassa käsitykset oppimisesta vaihtelevat hyvinkin paljon. Tutkimuksissa, joissa ihmisiltä on kysytty mitä oppiminen heidän mielestään tarkoittaa, on saatu seuraavan tyyppisiä vastauksia [12]:

- Oppiminen on tietojen lisääntymistä.
- Oppiminen on sitä, että muistaa asiat ja pystyy muistamaan ne tarvittaessa.
- Oppiminen on sitä, että pystyy soveltamaan tietoja.
- Oppiminen on asioiden ymmärtämistä.
- Oppiminen on ajattelun muuttumista siten, että näkee jonkun asian uudella tavalla.
- Oppiminen on sitä, että muuttuu itse ihmisenä.

Oppimista voi edellä mainitun perusteella nähdä opittujen asioiden toistamisena, sisäisenä kehittymisenä tai muutoksena oppijan tavassa ajatella. Oppimistaidolla tarkoitetaan oppijan kykyä opiskella sinnikkäästi ja tavoitteellisesti sekä kykyä organisoida oppimistaan. Oppimistaitoon lukeutuu myös oppijan tietoisuus omasta oppimistavastaan ja kyky oppia aiemmin opitun, elämäkokemuksen ja opitun soveltamisen avulla [13].

Unesco esittää tulevaisuuden oppimiselle neljä peruspilaria [13]:

- Tietämään oppiminen.
- Tekemään oppiminen.
- Yhdessä elämisen oppiminen.
- Olemaan oppiminen.

Muodollisella koulussa oppimisella on perinteisesti tavoitettu tietämisen ja tekemisen oppimista. Näillä on tarkoitettu tieteellisten menetelmien ymmärrystä sekä erilaisten pätevyyksien saavuttamista.

Yhdessä elämisen oppimisella on tarkoitettu sosiaalisten taitojen sekä vuorovaikutuksen oppimista. Yhdessä elämisen oppimisella on myös ymmärretty väkivallattomien ratkaisumallien etsimistä yhteisönä.



Olemaan oppimisella tarkoitetaan usein hiljaisen tiedon aktivointia ja siihen liittyvää kokemuksellisuutta. Tässä oppimistyyppissä korostetaan ihmisen persoonallisuuden rikkautta sekä monipuolisuuden tunnustamista.

Edellä mainitut oppimisen peruspilarit olivat tunnistettavissa tämän diplomityön toimitus- ja tutkimuksen, teemahaastattelujen sekä kertausharjoitusten aikana.

## 4.2 Opettaminen

Modernin ajan opettaminen perustui behaviorismiksi kutsuttuun oppimiskäsitykseen. Koululaitoksen tehtävänä oli välittää tieteen tuottamaa tietämystä ja opettajien tehtävänä oli opettaa. Perinteisessä koululaitoksessa korostettiin pulpetissa istumisen tärkeyttä ja arvostettiin ulkoa muistamisen kykyä. Opettamista tuettiin oppikirjoilla ja muilla oppimateriaaleilla [13]. Opetuksen yleisluonne oli opettaja- ja opetuskeskeistä.

Behaviorismi muistetaan yleisimmin ehdollistumisesta. Koulutettavalle kohdennetun ärsyksen odotetaan laukaisevan halutun reaktion. Pavlovin koirakokeet edustavat behaviorismia puhtaimmillaan. Behaviorismin kulta-aika oli 1930- 1940 luvulla.

Behavioristinen käsitys oppimisesta perustuu vahvasti empiristiseen ja luonnontieteelliseen ajatteluun. Oppimisen ja opettamisen katsotaan olevan perusmuodossaan samankaltaista ihmisillä ja eläimillä. Toivottua reaktiota vahvistetaan välittömästi palkinnolla ja ei-toivottua reaktiota pyritään heikentämään rangaistuksella. Behaviorismin voi yleistää perinteiseen ”keppiä tai porkkanaa” opettamiseksi [14].

Postmodernina aikana oppimiskäsityksen muutos on ollut suuri. Konstruktivismiksi kutsutussa tieto- ja oppimiskäsityksessä on ollut merkittävintä siirtymä opetuskeskeisestä ajattelusta oppimiskeskeiseen ajatteluun. Opiskelija oppii rakentamalla itse oman tietokäsityksensä, sekä sisäistää tietoa kokemusten ja ajattelun avulla. Tiedon vanheneminen nopeasti muuttuvassa maailmassa korostaa uuden tiedon hakemisen osaamista, kokonaisuuksien hahmottamista sekä kriittistä ajattelua [13].

Oppimiselle on oleellista, miten tietoa on tarjolla ja kuinka oppija sen ymmärtää. Oppikirjaan tai oppimateriaaliin perustuva opetus on usein edennyt kirjoittajan oman loogisen tietorakenteen mukaisesti, joka on kuitenkin saattanut olla oppijalle vieras. Ihminen assosioi uutta tietoa aikaisemmin oppimaansa korjailleen. Samalla kun ihminen havainnoi ympäristöään ja sen tapahtumia, hän samalla kielellistää ilmiöt. Sanojen avulla ihminen kuvaa reaali maailman eri asioiden merkityssuhteita. Perinteisen viestinnän ongelmana on ollut ihmisten taipumus arvottaa asioita eri tavalla. Sosiaalisen vuorovaikutuksen ja kielellistämisen kautta on saavutettavissa yhteisiä merkityksiä eri käsitteistä. Tämä korostaa yhdessä ääneen puhumisen tärkeyttä asioiden ymmärtämisessä ja oppimistapahtumaa kutsutaan tiimioppimiseksi [13].

Opettajakeskeisessä tilanteessa istuminen tai tehtävien mekaaninen tekeminen tuottaa usein pinnallista ja oppijan kannalta merkityksetöntä tietoa. Tietoa saatetaan opiskella vain näyttötutkintoa tai koetta varten, eikä käytännön työsuoritusta osata teorian avulla perustella. Oppijakeskeisessä vaihtelevassa tilanteessa ovat keskeisessä asemassa oppijoiden tilanteeseen mukanaan tuomat tiedot, taidot, asenteet ja uskomukset. Oppijakeskeisessä oppimisessa korostuu oppijoiden aktiivisuus, vastuullisuus ja sitoutuneisuus. Oppijakeskeisyydellä tarkoitetaan yksilöllistä mielensisäistä työtä ja yhdessä muiden kanssa tapahtuvaa tiedon luomista [13].

### 4.3 Sotilaskoulutuksen teoriaa

Haataja ja Niemelä luonnehtivat raskaan raketinheittimen koulutusraportissaan puolustusvoimien sotilaskoulutusta seuraavasti [11]:

”Puolustusvoimien koulutus perustuu taitojen opettamiseen ja niiden sisäistämiseen toistokoulutuksen avulla. Behaviorismi korostaa autoritääristä opettajan asemaa mikä on tavallista puolustusvoimissa.”

Kouluttajan ja sotilasjohtajan autoritäärisen aseman korostaminen on ymmärrettävää taistelukentän olosuhteissa. Muodollisen sulkeis- ja taistelukoulutuksen tavoitteena on saavuttaa ylioppimisen taso harjoitettavassa taidossa. Harjoitettava taito on opittava suorittamaan yksilötasolla vaistomaisesti, jotta se on toteutettavissa joukkotasolla samanaikaisesti. Menetelmällä saadaan aikaan kaavamaiseen suorittamiseen kykenevä joukko, joka osaa taidon samalla tavalla henkilöstä riippumatta. Vaistomaisen tottelemisen tai tekemisen vaatimus juontaa behaviorismiin. Tämä ei sovellu kunnossapidon toimintaympäristöön, jossa oppilaan on kyettävä refleктоimaan oppimaansa eri tilanteisiin.

Konstruktivismi soveltuu hyvin syvällisten taitojen opettamiseen [11]. Tämän asema on tärkeä puolustusvoimissa. Puolustusvoimat tarvitsee taistelukentän moniosaajia, jotka osaavat soveltaa oppimiaan taitoja erilaisiin tilanteisiin ja kykenevät täyttämään toistensa tehtäviä, tilanteen niin vaatiessa. Kouluttajan rooli opetustapahtumassa on kanssaoppija, avustaja, ohjaaja, valmentaja ja tukija eikä pelkästään behavioristisen autoritäärisen tiedonjakaja.

Kouluttajajohtoisuudella tarkoitetaan, että kouluttajalla on keskeinen paikka tai johtava rooli oppimisen ohjauksessa [9]. Hän on tarkoin määritellyt tavoitteet, sisällöt ja oppimistoiminnot. Vaikka koulutuksessa siirrytään ryhmä- tai itseohjautuvaan vaiheeseen ja koulutettavien vastuu oppimisestaan lisääntyy, on kouluttajajohtoinen ote taustalla vaikuttamassa.

## 4.4 Koulutuksen arviointi ja palaute

Koulutuksen arviointi on peruste oppimispalautteelle [8]. Kouluttaja arvioi oppimista suhteessa asetettuun oppimistavoitteeseen. Oppimista arvioidaan määrällisten asteikkojen ja laadulliseen kriteerien perusteella. Kunnossapidon koulutuksen määrällisen arvioinnin esimerkki on toimenpiteen suorittaminen vaaditussa aika- tai tarkkuusvaatimuksessa. Laadullisen arvioinnin esimerkkinä on koulutettavan saavuttama kyky toimia täysipainoisesti kunnossapitopartion jäsenenä.

Arvioinnin tavoitteena on tuottaa tietoa koulutuksen suunnittelijalle tavoitteiden täytymisestä, johtajalle tietoa joukkonsa valmiudesta sekä arvioitaville itselleen omasta kehitymisestään. Arvioinnilla selvitetään oppimistavoitteen saavuttaminen testein, kokein tai havainnoin. Sotilaskoulutuksessa yleisin arviointimenetelmä on havainnointi. Avoimessa havainnoinnissa huomio kiinnittyy havainnoijan oman kokemuksen perusteella tärkeänä pidettäviin kohteisiin. Suljetussa havainnoinnissa kohteet on ennalta päätetty.

Arvioinnin tulee kohdistua koulutetun asian ymmärtämiseen, eikä pelkkään toistamiseen tai ulkoa muistamiseen. Arviointitilanteet on suunniteltava koulutuksen luonnollisiksi tapahtumiksi jo harjoitussuunnitelmaa laadittaessa [8].

Palautteen antaminen on osa koulutuksen vuorovaikutusta. Palautteen on oltava oikeudenmukaista ja perusteltua. Palautteen tavoitteena on kehittää koulutettua suoritusta ja motivoida koulutettavia seuraaviin koulutustapahtumiin. Kouluttajan on tarpeen myös saada palautetta omasta toiminnastaan tai koulutuksen järjestelyistä.

Hyvän palautteen tunnusmerkkejä ovat [8]:

1. Palaute on ymmärrettävää ja asiaankuuluvaa.
2. Palaute on hyväksyttävissä ja perusteltavissa.
3. Palaute saa koulutettavat pohtimaan koulutettua asiaa.

Palaute on sijoitettava koulutustapahtuman välittömään päättymiseen, kun asiat ovat vielä koulutettavilla lähimuistissa. Koulutustapahtuman aikana annettava palaute on oltava korjaavaa tai neuvovaa. Toimintaa on keskeytyksen jälkeen jatkettava annettu palaute huomioiden.

Palautteelle on varattava riittävästi aikaa harjoituksen suunnittelussa.

## 5. KUNNOSSAPITO JA KUNNOSSAPIDON KOULUTUS

Tämä luku sisältää kirjallisuustutkimukseen perustuvan kuvauksen kunnossapidosta yleisesti sekä kunnossapidon koulutuksesta puolustusvoimissa. Tämän luvun tarkoituksena on selvittää diplomityön liitteenä olevan diagnostiikkaharjoituksen mallikortin sekä varsinaisen koulutusmateriaalin tuottamisessa tehtyjä valintoja ja painotuksia.

### 5.1 Kunnossapito

Kunnossapidolla tarkoitetaan niitä toimia, joiden tarkoituksena on ylläpitää ja palauttaa koneen tai yksikö toiminta sellaiseksi, että se kykenee suorittamaan sille suunnitellut ja siltä halutut toiminnot [15].

Kunnossapito ja huolto eivät Suomessa ole käsitteinä täysin vakiintuneita. Toiminnan aloista riippuen, näiden käsitteiden sisältö ja merkitys vaihtelevat huomattavastikin. Huollon toiminta on pääosin käytännön tekemiseen liittyvää: ennakoivia toimenpiteitä, vianetsintää ja varsinaisen korjaustyön suorittamista. Huollon periaatteena on varmistaa tuotannon ja sen laitteistojen haluttu toiminta. Kunnossapito on tuotantoon kuuluvien laitteistojen sekä infrastruktuurin toimintakuntoisena pitämiseen liittyvä yleistermi. Kunnossapito on terminä huomattavasti laajempi kuin huolto. Käytännön tekemisen lisäksi kunnossapitoon liittyy keskeisenä osana oma ideologia. Kunnossapidon merkityksen kasvaessa on siitä muodostunut oma tieteenhaaransa [16].

Kunnossapidon merkittävyys yrityksen tuloksentekeyvyn kannalta vaihtelee teollisuusalan mukaan. Keskimäärin kunnossapitoon käytetään 5- 20 % [15] yrityksen liikevaihdosta. Kunnossapidon kustannuksiin vaikuttavat eniten teollisuusalan raskaus sekä teknologiataso. Aikaisemmin kunnossapito oli hajautettu tuotannossa työpisteiden oman toiminnan sisäiseksi, käytännössä yhdeksi työvaiheeksi. Teknologian yleisen kehittymisen myötä on kunnossapito vähitellen rakentunut omaksi liiketoiminnaksi. Kunnossapito jakautuu käyttäjätason suorittamaan kunnossapitoon sekä vaativampaan erikoistuneen henkilöstön toteuttamaan tekniseen kunnossapitoon.

Kunnossapidon tason ja määrän valinta on yritystasolla strateginen päätös. Kunnossapito toteutetaan yrityksen oman liiketoiminnan osana tai joko kokonaan tai osittain hankittuna palveluna. Kunnossapito on joissakin tapauksissa päätettävissä myös jättää kokonaan huomiotta, mikäli liiketoiminnan muoto sitä edellyttää. Hankkeissa tulee kunnossapitoa koskevat päätökset suorittaa jo konseptivaiheessa. Mitä monimutkaisempi pro-

sessi, sen tärkeämpää on kunnossapidon huomioiminen. Kunnossapidon rakennusvaiheessa on huomioitava sen yleiset toteutusperiaatteet, jako kunnossapitotasoihin ja rooleihin sekä kuvata kunnossapidon keskeiset tehtävät [1]. Henkilöstön osaamisen kehittämisessä on huomioitava kunnossapidon vaatimukset, eikä suunnata resursseja yksinomaan käyttöön ja tuotantoon.

Kunnossapidon vaatimukset määräytyvät liiketoiminnan, tuotannon ja prosessin rakenteen perusteella. Vaatimuksiin voidaan vaikuttaa toiminnan suunnitteluvaiheesta alkaen. Kunnossapidon vaatimukset ovat muutettavissa käyttöönoton jälkeen toimintaa parannettaessa tai muutettaessa prosessin suorituskykyä. Olennaista on, että kunnossapitoa kehitetään yhdessä liiketoiminnan, prosessien tai laitteistojen kanssa.

Kunnossapidolle vaatimuksia asetettaessa huomioidaan yleisesti [1],[15],[16],[17] :

- Oman toiminnan tai tuotantoalan luonne.
- Ulkopuolisten toimijoiden mahdollinen kyky vaikuttaa omaan toimintaan.
- Kohteen merkitys yritykselle tai muulle tuotannolle.
- Kohteessa toteutettujen teknisten ratkaisujen monimutkaisuus.
- Olosuhde- ja ympäristövaatimukset.
- Käyttöturvallisuus.
- Käytetyt laadunhallintajärjestelmät.
- Lainsäädäntö ja viranomaisvaatimukset.

Vuoden 2015 alussa toteutetun puolustusvoimauudistuksen jälkeen maanpuolustuksen suorituskykyjen rakentamisen, ylläpidon ja logistiikan järjestelyistä vastaa perustettu Puolustusvoimien Logistiikkalaitos (PVLOGL). Puolustusvoimien Logistiikkalaitoksen henkilöstömäärä on n. 2300 henkilöä. Lisäksi Puolustusvoimien Logistiikkalaitoksen ohjauksessa on merkittävä määrä maanpuolustukseen liittyviä teollisia toimijoita [18].

Puolustusvoimien kaikkien materiaalistien järjestelmien elinkaaren hallinta on keskitetty PVLOGL:n alaiseen Järjestelmäkeskukseen (JÄRJK). Hallinnan haasteet perustuvat materiaalin suureen määrään, laajaan kirjoon, pitkään elinkaareen sekä koulutusikäisen vaatimuksiin. Hankintavaiheen jälkeen suurimman materiaallisen kuluerän muodostaa puolustusvoimissa kunnossapito.

Puolustusvoimissa toteutetun kunnossapidon tavoitteena on pitää joukkojen käytössä olevat ja poikkeusoloja varten varastoidut järjestelmät toimintakuntoisena asetettujen suorituskyky-, käyttövarmuus- ja palautettavuusvaatimusten mukaisesti.

Kunnossapidon lopputuotteena syntyy järjestelmien materiaallinen suorituskyky, jota mitataan järjestelmien käyttövarmuudella sekä kyvyllä nostaa käyttövarmuutta. Kunnossapitojärjestelmän toiminnan mitoituksen tulee olla muutettavissa käytettävien resurssien sekä uhkakuvien mukaisesti [18].

Puolustusvoimien kunnossapidon toimijat jakaantuvat uudessa toimintamallissa kolmeen kokonaisuuteen. Asiakas määrittää järjestelmien varmuuden ja käytön vaatimukset, jotka Järjestelmäkeskus toimeenpanee ja kunnossapitovastuullinen strateginen kumppani toteuttaa. Järjestelmäkeskus vastaa asiakasvaatimusten laadun ja määrän täytämisestä sekä raportoi asiakkaalle toiminnan tuloksellisuudesta.

Puolustusvoimien kunnossapito normaalioloissa ei tavoitetilassaan poikkea poikkeusolojen aikaisesta kunnossapidosta. Maapuolustuksen osalta kunnossapidon volyymin muutos normaalioloihin on merkittävä poikkeusolojen tullessa voimaan. Tavoitetilassa ohjausmalli on sama kuin normaaliolojen aikana. Ohjausmallin mukaisesti on määritetty ns. kriittisenä tarkasteltavat asejärjestelmät, joiden kunnossapidon suorituskyky on määritetty normaalia vahvemmaksi. Käytännössä tämä on tarkoittanut lisäresursointia varaosien ja vaihtolaitteiden hankintaan, logistiikkaketjun suunnitteluun sekä käyttäjäjoukon oman kunnossapito-organisaation vahventamiseen.

Tämän diplomityön tavoitteena on osaltaan tukea käyttäjäjoukon omaa kunnossapitoa diagnostiikan osaamista kehittämällä.

## 5.2 Teknisesti vaativan asejärjestelmän diagnostiikka

Kunnossapidossa diagnostiikalla tarkoitetaan laitteistossa havaitun poikkeaman syyn selvittämiseksi suoritettavaa havainnointia, mittaamista ja analyysiä [16]. Diagnostiikan päämäärät ovat toiminnallisia ja taloudellisia. Järjestelmien käytettävyyttä on mahdollista parantaa soveltamalla diagnostiikkaa käytön, olosuhteiden ja kunnossapidon optimointiin.

Diagnostiikkaa on alkujaan kehitetty lentokoneiden huoltoihin, jolloin toiminnot käytiin läpi järjestelmällisesti erilaisiin tarkistuslistoihin perustuen [15].

Diagnostiikan nykyaikaisia menetelmiä ovat mm:

- Ajoneuvojen vikatarkastustaulukot (kustannukset, päästöt, turvallisuus).
- Kuuntelu- ja värähtelyanalyysit konekäytöissä (keskeytyskustannukset, sähkön laatuvirheet)
- Hälytystaulukot, -lokit (itsetestausjärjestelmät)
- Suoritusarvojen seuranta (paikannustarkkuus, toimilaitteiden liikenopeudet, energian kulutus)
- Käyttötuntiseuranta (kulumiseen perustuvat vauriot)
- Vikapuutaulukot (dokumentaatio)
- Ohjelmalliset ajettavat testirutiinit (laajat testausohjelmat)

Diagnostiikalla tuetaan laitteiden ja järjestelmien kunnossapitoa. Diagnostiikan tavoitteena on ennakoida ja ehkäistä järjestelmiin syntymässä olevia vaurioita, ennen niiden

johtamista järjestelmän käytön keskeytykseen. Diagnostiikkaa on yhtä hyvin sovellettavissa niin ennakoivaan kuin korjaavaan kunnossapitoon.

Diagnostiikan yleiset vaiheet ovat:

- Havaitaan normaalista käyttötoiminnosta poikkeava oire.
- Oire vahvistetaan ja paikallistetaan testien avulla.
- Vahvistetun oireen tulkinta johtaa diagnoosiin.
- Laaditaan korjausarvio.

Asejärjestelmien diagnostiikassa pätee edellä mainittujen yleisten vaiheiden lisäksi:

- Arvioidaan oireen vaikutus käyttö- ja räjähdeturvallisuudelle.
- Arvioidaan oireen vaikutus suorituskyvyn käytettävyydelle.
- Arvioidaan kunnossapito taistelun tilanteen kannalta.
- Viestitetään laaditut arviot tilanteen ylläpitäjälle ja toiminnan johtajalle.

Diagnostiikka on toteutustavan perusteella jaettavissa kahteen pääryhmään; ihmisen suorittamaan ja järjestelmiin ohjelmoituihin diagnostiikkaominaisuuksiin. Järjestelmiin ohjelmoitua diagnostiikkaa kutsutaan itsediagnostiikaksi. Itsediagnostisissa menetelmissä diagnostiikka on ohjelmoitu järjestelmätason ohjelmistoon, laitetaso ohjelmistoon tai jopa toimilaitteen ja anturin tasolle. Itsediagnostiikan etuna on, että tausta-ajon ansiosta järjestelmässä olevat viat tai häiriöt kyetään ilmaisemaan ennen toiminnan keskeytymistä. Itsediagnostiikka voi olla laaja tai suppea ohjelmisto prosessin luonteesta riippuen [15].

Tämän diplomityön kohdejärjestelmässä diagnostiikka on jaettavissa seuraaviin pääosiin:

- Aistihavainnointiin perustuva järjestelmän toiminnan seuraaminen.
- Järjestelmätason itsediagnostiikka BIT (Built In Test).
- Käyttäjätasolla ajettavat testausrutiinit CBIT (Commanded Built In Test).
- Huoltohenkilöstön ajamat huoltotilan testit MM (Maintenance Manager).
- Teknisen dokumentaation IETM sisältämät toimintaohjeet ja vikapuukaaviot, jotka johtavat vikojen paikallistamiseen (Interactive Electronic Technical Manual).

Kohdejärjestelmälle on ominaista, että sen diagnostiikka ei voi toteuttaa yksittäistä edellä mainittua osaa käyttämällä. Diagnostiikka on edellä lueteltujen tekijöiden muodostama, vaativuudeltaan etenevä kokonaisuus, joka edellyttää diagnostiikan suorittajalta laajaa kunnossapidon ja järjestelmäteknikan osaamista. Diagnostiikan toimintaympäristö on esitetty kuvassa neljä. Asejärjestelmissä diagnostiikan tärkeimpänä tavoitteena on luotettavasti löytää järjestelmän käytön estävä syy. Yhtä tärkeää on osoittaa, että löydös oli oikea, suoritettu korjaustoimi oli oikea ja että järjestelmän suorituskyky on taas pa-

lautettu. Asejärjestelmädiagnostiikassa on korostettava turvallisuuden, tilanteen, ajan ja olosuhteiden merkitystä. Pahimmillaan diagnostiikkaa suoritetaan taistelukentän olosuhteissa kiireen ja paineen alaisena. Parhaimmillaan on kyettävä yhdistämään toiminnan systemaattisuus, menetelmäosaaminen, kokemus ja innovaatio toisiinsa.



Kuva 4. Kohdejärjestelmän diagnostiikkaympäristöä.

Asiantuntijalle onnistuminen vaativassa diagnostiikkatyössä on ammatillisen osaamisen kohokohta.

### 5.3 Kunnossapidon koulutus Puolustusvoimissa

Kunnossapidon koulutuksen laajuus ja syvyys puolustusvoimissa perustuu poikkeusolojen tarpeiden asettamiin vaatimuksiin. Lähtökohtaisesti jo materiaallisen suorituskyvyn rakentamisvaiheessa huomioidaan hankittavan asejärjestelmän kotimaassa tarvitseman ja toteutettavan kunnossapidon vaatimukset. Asejärjestelmien pitkistä elinkaaresta johtuen on varmistettava kotimaisen koulutusjärjestelmän suorituskyky, jolla tuotetaan uutta osaavaa henkilöstöä järjestelmien kunnossapidon tehtäviin käyttöönottovaiheen osaajien seuraajiksi. Puolustusvoimissa kunnossapidon koulutuksen vastuu on tältä osin keskitetty puolustusvoimauudistuksen myötä perustettuun Logistiikkalaitoksen alaiseen Logistiikkakouluun.



Logistiikkakoulun tehtävänä on logistiikan tutkimuksen lisäksi suunnitella ja toimeenpanna varusmiehille suunnatut logistiikka-alan erikoiskurssit sekä palkatun henkilökunnan perus- ja jatkokoulutuksen opetus. Tavoitteena on kouluttaa sodan ajan joukkoihin sijoitettavaa osaavaa henkilöstöä huoltoaselajin tehtäviin.

Kunnossapito on yksi huoltoaselajin toimiala. Kunnossapito jakaantuu materiaalityhmiin, joita ovat [17]:

- Ase- ja ampumatarvikemateriaali
- Kuljetusvälinemateriaali
- Elektroniikkamateriaali
- Pioneerimateriaali
- Suojelumateriaali

Kunnossapidon henkilöstön koulutus puolustusvoimissa on pätevyyteen johtavaa. Pätevyystason saavuttaminen oikeuttaa ja velvoittaa henkilön työskentelemään oman materiaalityhmänsä eritasoisissa kunnossapitotehtävissä. Kunnossapidon pätevyyksien saavuttamista ohjataan puolustusvoimissa kunnossapidon koulutusta koskevissa sekä materiaalityhmiä koskevissa kunnossapitoa koskevissa normeissa. Tyypillisesti käyttäjätason teknisen kunnossapidon pätevyyden saavuttamiseksi tulee koulutettavalla olla :

- Soveltuva yleinen perus- ja ammattialakohtainen koulutus
- Soveltuva käytön koulutus
- Riittävä työkokemus käytön ja käyttäjätason kunnossapidon tehtävissä
- Suoritettuna materiaalityhmiä koskeva kunnossapidon peruskoulutus
- Suoritettuna järjestelmäkohtainen kunnossapidon koulutus

Pätevyyden saavuttaminen on vahvistettava joukko-osaston komentajan päiväkäskyllä, sekä liitettävä henkilötietojärjestelmässä pätevyyden saavuttaneen henkilön tietoihin.

Kunnossapidon tehtäviin koulutettavilla ammattisotilailla pätevyyden saavuttaminen on osa virkaurakoulutusta ja siviilihenkilöstö saavuttaa pätevyyden suorittamalla rekrytoinnin jälkeen erikoistuvia järjestelmäkohtaisia kursseja. Varusmiespalvelustaan suorittavat kunnossapitoon erikoistuvat asevelvolliset komennetaan Logistiikkakoulun erikoiskursseille, joiden suorittamisen jälkeen heidät komennetaan takaisin joukko-osastoihin erikoistuvaan ja syventävään vaiheeseen. Kunnossapidon asevelvolliset sijoitetaan omaan joukkoonsa kunnossapidon tehtäviin ja he harjaantuvat niissä kunnossapidon ammattisotilaiden ohjauksessa palvelusaikansa päättymiseen asti.

Aseiden ja asejärjestelmien kunnossapidon pätevyyksiin johtavaa koulutusta puolustusvoimissa ohjataan normissa KUPI04/ AF14798. Lähtökohtana asealan kunnossapidon pätevyyksien saavuttamiselle vaaditaan em. normin vaatimusten täyttymistä. Vaatimusten täytyminen arvioidaan henkilön koulutuksen ja kokemuksen perusteella.

Kunnossapidon koulutuksen vaatimukset täyttyvät, kun henkilö on saanut koulutuksen vähintään:

- Mittaus- ja materiaalitekniikkaan, ampumatarviketekniikkaan, huoltohallintoon (varastointi), ase- ja asejärjestelmäteknikkaan
- Asejärjestelmän 1-tason käyttäjän tarkastukseen, yleiseen rakenteeseen, toimintaan ja tekniikkaan sekä näiden vaikutuksesta palvelusturvallisuuteen
- Käyttäjän päivittäin tekemiin huolto- ja tarkastustoimenpiteisiin
- Asejärjestelmän huolto- ja tarkastustoimenpiteiden vaikutuksesta materiaalin säilymiseen ja käyttökuntoisuuden säilymisen kannalta.

Kunnossapidon kokemusvaatimukset täyttyvät kun:

- Yleisen osaamistason voidaan todeta vastaavan tasoa, joka saavutetaan noin kahden vuoden työkokemuksella.
- Näyttötutkintoon osallistuja on suorittanut 1-tason käyttäjän tarkastuksia 1-tai 2-tason teknisen tarkastustason omaavan tarkastajan valvomana siten, että osaamistason voidaan tältä osin todeta vastaavan tasoa, joka saavutetaan noin yhden vuoden työkokemuksella.

Koulutukset ja tarkastukset varmennetaan 1- tai 2-tason teknisen tarkastusoikeuden omaavan tarkastajan allekirjoittamalla todistuksella tai muulla varmennetulla tavalla (esim. SAP- järjestelmään).

Kuten edellä mainituista vaatimuksista on pääteltävissä, edellyttää yksittäisen asejärjestelmän kunnossapidon teknisen kunnossapitopätevyyden saavuttaminen vuosien työtä ja hyväksytyjen näyttöjen antamista. Tällä puolustusvoimien hallinnonala haluaa varmistaa, että palkatulle henkilökunnalle voimaan käsketty pätevyys on osoitus aidosta oman materiaaliryhmänsä kunnossapidon osaamisesta.

## 5.4 Kunnossapidon kouluttaminen tapausopetuksena

Ennalta kuvatus esimerkkitapauksen käsittelyä oppimistilanteessa kutsutaan tapausopetuksiksi (Case -opetus). Tapaus on parhaimmillaan kuvaus todellisuudessa tapahtuneesta tai olemassa olevasta ilmiöstä. Tapaus voi olla suunniteltu todellisuutta muistuttavaksi tilanteeksi, joka oppimistuloksen kannalta toimii toteutettuna kuitenkin paremmin kuin todellinen tilanne [12]. Todellisen tilanteen jäljittelyn perusteella tapausharjoitusta kutsutaan simulaatioksi, jossa harjoitellaan kuvatus ongelman ratkaisua suunnitellusti ja turvallisesti.

Tapausopetuksella kehitetään koulutettavien ryhmätyötaitoja, luovuutta, ajatteluvaihtoehtoja sekä analysointitaitoja ja soveltamiskykyjä. Tapausopetusta käytetään hyvin erilaisissa koulutustapahtumissa sellaisenaan tai tukemaan muita opetusmenetelmiä. Tapausopetuksen harjoitus on toteutettavissa joko yksilöllisenä tai ryhmää koskevana harjoituksena [8]. Harjoituksen kulku on tiivistettynä seuraava:

- Määritetään mahdollisimman todenmukainen ja tavoitteita tukeva tapaus.
- Tehtävänannossa koulutettaville kerrotaan tavoite ja työskentelytapa.
- Koulutettavat saavat hetken tutustua saamaansa tehtävään.
- Työ suorittamiseen tulee sisältyä vaihtoehtojen hakemista, analysointia, arviointia, vertailua, valintoja ja päätöksiä varsinaisen tekemisen lisäksi.

Tämän diplomityön tuloksena tuotetut diagnostiikan harjoitukset ovat tyypillisiä tapausharjoituksia. Tapausharjoitukselle on tyypillistä rakentaa se opittavan aiheen ympärille huomioiden ympäristön ja olosuhteiden vaikutukset. Harjoitukseen voidaan sisältää useitakin samanaikaisia ongelmia, mutta tässä diplomityössä tuotetut diagnostiikkaharjoitukset käsittelevät vain yhtä ongelmaa kerrallaan.

Tapausharjoituksessa opiskelijat soveltavat tilanteeseen aikaisempaa tai koulutuksessa opittua osaamista. Kertausharjoitusten suunnittelussa on huomioitava, että reserviläisille annetaan riittävästi perusopetusta ennen tapausharjoitusten aloittamista. Ensimmäisessä kertausharjoituksessa esittävän opetuksen osuus on merkittävämpi kuin tapausopetuksen. Myöhemmissä kertausharjoituksissa siirrytään tapausopetukseen lyhyen kertaavan alun jälkeen.

Kunnossapidon koulutuksessa puolustusvoimissa on perinteisesti sovellettu tapausopetuksena ns. harjoitustapausta. Tämän opetustarkoituksena on harjoitella jonkin aikaisemmin opetetun taidon tai välineen käyttöä. Harjoittelu on ensin muodollista, jolloin paino on oikealla suorittamisella ja lopussa paino siirtyy opetetun taidon soveltamiseen. Esimerkkinä tästä on asejärjestelmän ohjelmistosta suoritettava yhden vian poissulkevan testirutiinin ajo, esimerkiksi laukaisuvirtapiirien testi. Harjoitustapauksen teon muotona asejärjestelmässä on tyypillisimmillään jonkin asian varmistaminen. Harjoitustapaus soveltuu selkeiden työvaiheiden toistokoulutukseen.

Harjoitustapaus ei sovellu laajojen, useiden toimintokokonaisuuksien kouluttamiseen sellaisenaan. Esimerkiksi tätä ei pidä soveltaa asejärjestelmän kokonaiskäytettävyyden osoittavan käyttökunnan tarkastuksen kouluttamiseen kokonaisena suoritukseen. Sen sijaan edellä mainitun tarkastuksen osavaiheiden kouluttamiseen harjoitustapaus soveltuu, esimerkkinä suuntauksen tarkastaminen koetulitehtävän vaiheena.

Päätöksentekotapaus on vaativampi harjoitus, jossa opiskelijat päättävät, miten toimivat kuvatussa tilanteessa annetun ja kerätyn informaation perusteella. Opiskelijat perustelevat ongelman ratkaisemiseen johtavan toimintapäätöksen esimerkiksi kuvaamalla päätelyketjunsä. Varsinaista tekemiseen liittyvää työtä tässä harjoituksessa on vähän ja harjoitusmuoto soveltuu tilanteeseen, jossa jonkin vaarantavan tekijän vaikutus on huomioitava sinänsä tekniseltä vaativuudeltaan perustasoisessa ongelmassa.

Monimutkaisin on tapausharjoitus, jossa ongelman ratkaisemiseen haetaan reitti, toteutetaan kaikki toimenpiteet ja päätetään harjoitus osoittamalla että laitteistossa ollut vika on korjattu. Tämä harjoitusmuoto harjaannuttaa parhaiten koulutettavat toimimaan ryh-

mänä niin päättelyn kuin tekemisenkin osalta, erityisesti ryhmän sisäinen, työnaikainen keskustelu lisää saavutettua oppimistulosta. Haittana tässä on harjoituksen toteuttamisen vaatima aika. Teknisesti monimutkaisessa järjestelmässä saatetaan joutua suorittamaan useita ylös- tai alasajoja, tilasiirtymiä ja testirutiineja ennen lopputulokseen pääsemistä.

Tapausopetus mahdollistaa myös oivallisesti opetuksen tavoitteena olleiden osaamisvaatimusten täyttymisen arvioinnin [12].

Tapausharjoitusten merkittävin etu on, että ne eivät ole kertakäyttöisiä. Niiden sisältöä ei varsinaisesti tarvitse muuttaa, kunhan soveltaa tapausharjoitusta eri tilanteeseen tai olosuhteeseen.

## 6. DIAGNOSTIIKKAKOULUTUKSEN SUUNNITTELU

Tässä diplomityössä suunniteltu diagnostiikan koulutusmateriaali perustuu vuosien 2013- 15 sotaharjoituksissa ja kenttätesteissä kerättyyn materiaaliin.

Diagnostiikkakoulutuksen suunnittelu jaettiin kolmeen päävaiheeseen:

1. Toimintatutkimuksena selvitettiin asejärjestelmän valmistajan toimittaman diagnostiikan vikaliitinsarjan käytettävyys sekä saatujen havaintojen perusteella valittiin harjoitusten suunnitteluun vietävät liittimet.
2. Kirjallisuustutkimuksen perusteella suunniteltiin diagnostiikkaharjoituksen runko sekä laadittiin alustavat koulutuskortit.
3. Teemahaastattelussa testattiin laadittujen koulutuskorttien mukaisten harjoitusten läpivienti.

Suunnittelun mahdollisti osallistujien pitkäaikainen kokemus maapuolustuksen kenttätykistöaselajin asejärjestelmien kunnossapidosta sekä kouluttamisesta. Osallistujien osaamistaustat painottuivat hieman eri tavalla. Osaaminen painottui asejärjestelmien käyttöön ja kunnossapitoon, mutta mukana oli myös liikkuvuuden, sähkötekniikan sekä ohjelmistohuollon osaamista. Tämän diplomityön tekijän oma osaaminen painottuu elektroniikkaan, järjestelmätekniikkaan sekä automaatiojärjestelmiin.

### 6.1 Toimintatutkimuksen kenttäkokeet ja kokeiluharjoitukset

Raskaan raketinheittimen ammunnanhallintajärjestelmien modifioinnin valmistuttua suoritettiin asejärjestelmälle kenttäkokeiden sarja, joissa varmistettiin modifioinnille asetettujen vaatimusten täytyminen sekä todennettiin käytettävyys ja käyttöturvallisuus. Modifioitu asejärjestelmä hyväksyttiin käytettäväksi maavoimien asejärjestelmänä onnistuneiden kenttäkokeiden jälkeen.

Kenttäkokeiden aikana järjestelmälle jouduttiin suorittamaan käyttämisestä johtuvia kunnossapidon toimenpiteitä. Koska modifiointi painottui aselavetissa olevaan aseohjausjärjestelmään, olivat panssarialustaa koskevat vikatilanteet ratkaistavissa kuten modifioimattomissa vanhoissa laveteissa. Modifioitujen lavettien ammunnanhallintajärjestelmien vikatilanteet ja niihin sovelletut ratkaisut poikkesivat modifioimattomien lavettien käytännöistä. Tämä ilmeni mm. teknisen dokumentaation laajuuden ja sisällön muutoksena, kunnossapidossa käytettävien testilaitteiden vaihtumisena sekä järjestelmätasolla käyttöön otetulla ohjelmallisella testauksella. Lisämuutoksen toi järjestelmän

itsediagnostiikan huomattava laajeneminen, yksistään huoltohenkilöstölle kaiutettavien vikakoodien määrä nousi aikaisemman järjestelmän 64:stä uuden järjestelmän useisiin satoihin.

Kuten luvussa 2 on kuvattu, jäi diagnostiikan kotimaisen koulutuksen materiaallinen tuki muuten niin kattavassa asejärjestelmätoimituksessa vähäiseksi. Kunnossapidon ongelmia ratkaistessaan asiantuntijat kartuttavat omaa osaamistaan. Näin muodostuva ns. ”hiljainen tieto” on saatava siirrettyä eteenpäin ja luontevimmin se toteutuu seuraajien systemaattisena koulutuksena, joko tätä tarkoitusta varten järjestetyissä koulutustilaisuuksissa tai työssäoppimisena mestari- kisälli periaatteen mukaisesti.

Kenttäkokeiden kunnossapito- organisaatiolla oli neljä tehtävää:

1. Palauttaa kenttäkokeessa vikaantunut lavetti takaisin käyttökuntoiseksi.
2. Käsitellä asiantuntijoiden kesken vaurion muodostumiseen sekä ongelman ratkaisemiseen johtaneet syyt ja seuraukset.
3. Kerätä tietoa vikojen syntymekanismeista ja todennäköisyyksistä.
4. Kartoittaa ratkaistu vikatapaus, niin että se olisi koulutettavissa seuraajille.

Kenttäkokeiden tulokset tallennettiin puolustusvoimien asianhallintajärjestelmään.

Ammunnanhallintajärjestelmän vikoja simuloivan liitinsarjan saavuttua päätettiin kokeilutoimintaa jatkaa kunnossapidon testausharjoituksissa. Toimintatutkimusta varten luokiteltiin asejärjestelmän vikatapaukset kahteen ryhmään:

1. Koulutettavissa normaalina kunnossapidon dokumentaation mukaisena toimenpiteenä ilman järjestelmään vikaa simuloivaa liitintä.
2. Koulutettavissa normaalina kunnossapidon dokumentaation mukaisena toimenpiteenä, kun järjestelmään on kytketty vian simuloiva liitin.

Ensimmäisen ryhmän vikatapaukset ovat lähinnä järjestelmän häiriötilaan johtaneiden ongelmien ratkaisuja, jotka toteutetaan ilman komponenttien korjausta tai vaihtoa. Järjestelmä on palautettavissa takaisin käyttökuntoiseksi lyhyen tarkastus-, puhdistus-, säätö- tai asetustoimenpiteen jälkeen. Hyvä esimerkki tämän ryhmän vikatapauksesta on koron resolverin nollakohdan asetus, jossa kunnossapitohenkilöstö diagnosoi vian, suorittaa säädön sekä tarkastaa toimenpiteen onnistumisen. Ensimmäisen ryhmän vikatapaukset ovat usein myös määräaikaishuoltojen yhteydessä suoritettavia normaaleja ennakko- huollon toimenpiteitä. Ensimmäisen ryhmän vikatapauksen materiaali- ja kustannusvaikutukset ovat myös yleensä vähäisiä.

Ilman vikaa simuloivaa liitintä aikaan saatava vika tai häiriö on muodostettavissa kouluttajan irti kytkemän kaapelin avulla tai tekemällä virheellinen asetus tai säätö järjestelmään. Toimintatutkimuksessa havaittiin myös, että vikaliittimen kytkeminen irti tai kiinni väärässä vaiheessa aiheuttaa toimintahäiriön ja siten saadaan muodostettua en-

simmäiseen ryhmään kuuluva vikatapaus. Vikaliitin on näissä tapauksissa kuitenkin poistettava järjestelmästä ennen työn aloittamista. Valmistajan toimittama dokumentaatio ei näitä tapoja tunnistanut, joten ilman vikaliitintä muodostettavien vikojen käsittely toimintatutkimuksessa jouduttiin keskeyttämään tuloksettomana.

Ensimmäisen ryhmän vikojen sulkeminen tarkastelun ulkopuolelle on diagnostiikan koulutukselle suuri menetys. Valtaosa järjestelmätoimittajan huoltokurssille osallistuneista muisti suorittaneensa ainakin yhden harjoituksen, jossa ei käytetty vikaa simuloivaa liitintä. Koulutuksen järjestäjä ei ollut joko laatinut, tai halunnut luovuttaa näiden harjoitusten koulutusdokumentaatiota. Nämä harjoitukset olivat yleensä nopeasti suoritettavia, loogisia sekä järjestelmän perustoimintojen osaamiseen keskittyviä. Valitettavasti nämä harjoitusmuodot jäivät koulutettavien muistikuvien tai muistiinpanojen varaan. Painavin perustelu näiden hylkäämiselle oli, että järjestelmätoimittaja ei ollut sisällyttänyt järjestelmädokumentaatioon näiden vikatapauksen valmisteluun liittyvää työohjetta, vaikka niiden ratkaisemisen ohje usein löytyikin. Koulutettavien turvallisuuden ja aselavetin loogisen toiminnan turvaamiseksi, ei lähdetty hakemaan kokeellisin menetelmin mahdollista koulutuskelpoista vikatapausta. Esimerkkejä näistä tapauksista ovat mm:

- Siirrettävän järjestelmämuistin kytkeminen irti runkoliitimestään, jolloin käyttöjärjestelmä ei lataudu käynnistykseen yhteydessä järjestelmään.
- Asettamalla järjestelmän laukaisuvarmistin asentoon ARM ennen käynnistystä, jolloin käyttöjärjestelmän latauksesta jää pois aseenhallintayksikön ohjelma-komponentit.
- Kytkemällä paikannuslaite irti keskusväylästä estetään sen ohjelmakomponenttien lataaminen.
- Keskusyksiköiden väyläliikenteen tarkastelu yksistään väylään liitetyn ulkoisen ethernet- kytkimen merkkivaloja seuraamalla.
- Ohjaamalla CBIT:n kautta ohjelmallisesti auki eri akkuryhmät yhdistävä kontaktori. Tästä muodostuu jännite-ero, joka on oire viallisesta ohjaamon yhdistämis-kytkimestä.

Toisen ryhmän vikatapaukset ovat yleensä järjestelmän vikatilaan johtaneiden ongelmien ratkaisuja, jotka toteutetaan korjaamalla tai vaihtamalla komponentteja. Myös näihin tapauksiin liittyy ensimmäisen vikaryhmän toimenpiteitä, kuten paikannuslaitteen vaihdon jälkeinen koestus käytettävyyden osoittamiseksi. Toisen ryhmän vikojen kohdistuksessa laitteisiin, kaapeleihin tai antureihin, nousee diagnoosin oikean kohdentumisen painoarvo merkittäväksi. Vaurion syytä selvittämättä päätetty kunnossapitotyö saattaa kohdentua väärään komponenttiin, jolloin menetetään ajan lisäksi pahimmillaan myös vaihtolaite. Diagnoosin oikean etenemisen kannalta on yhtä merkittävää valmistajan dokumentaation seuraamisen lisäksi myös itse päätellä syy - seuraus menettelyn kautta ratkaistavaa ongelmaa.

Järjestelmän palauttaminen takaisin käyttökuntoiseksi etenee tyypillisesti seuraavasti:

1. Oireen diagnosointi ja paikantaminen.
2. Arvio ja päätös kunnossapitotyön suoritustavasta, paikasta ja kuluvasta ajasta.
3. Varaosan hankkiminen.
4. Korjaus- tai vaihtotyön tekeminen siihen liittyvine säätötoimenpiteineen.
5. Korjauksen onnistumisen osoittavien toiminta- ja järjestelmätestien ajaminen.
6. Vikamuistien ja lokien nollaaminen.

Esimerkkinä tämän ryhmän vikatapauksesta on laukaisuvirtakaapelin vaurioituminen. Tällöin kunnossapitohenkilöstö oireiden perusteella paikallistaa vian oikeaan kaapeliin, päättää vaihtaa uuden kaapelin varaosasarjasta, suorittaa vaihdon, suorittaa työn jälkeen järjestelmätestit (SNVT sekä LPA CBL TEST) ja ennen poistumistaan nollaa MM:n vikamuistista kriittisten vikojen tilat (CRITICAL FAILURE). Tämän toisen ryhmän vikatapaukset suoritetaan ennakko- tai määräaikaishuoltojen yhteydessä vain, jos ne havaitaan huollon yhteydessä. Toisen ryhmän vikatapausten materiaali- ja kustannusvaikutukset ovat pääsääntöisesti merkittäviä. Toisen ryhmän vikoja ei pysty muodostamaan ilman vikadiagnostiikkasarjan liittimiä.

Toimintatutkimukseen valittiin käsiteltäväksi edellä mainitun perusteella vain ne viat, joita valmistajan toimittamien vikaliittimien ja dokumentaation käyttö tukee. Valinnassa suurin paino oli sillä, että valmistaja sisällytti dokumentaatioonsa simuloitujen vikojen ratkaisemiseen johtavat työohjeet ja vikaliittimien toimitus sisälsi ohjeen niiden turvallisuudesta kytkemisestä järjestelmään. Ilman työohjetta ratkaisun hakeminen ongelmaan jäisi muun vastaavan teknologiaosaamisen ja järjestelmän toiminnan päättelyn varaan. Järjestelmän luonteen vuoksi kokeellisen testaamisen aiheuttamaa riskiä ei hyväksytty.

Teknisesti monimutkaisessa asejärjestelmässä valmistajan tuottaman teknisen dokumentaation painoarvo on aina suurin. Muu dokumentaatio on tuotettava itse tai hankittava. Asealan tekninen dokumentaatio on puolustusvoimissa myös hyväksyttävä käyttöön ennen sen julkaisemista. Vastuu itse tuotetun dokumentaation käyttämisestä ja käytön seurauksista on myös itse kannettava.

Edellä mainittujen perustelujen nojalla toimintatutkimuksessa käsiteltiin vain niitä vikatapauksia, jotka täyttivät ehdon:

1. Vian tulee olla muodostettavissa valmistajan toimittamalla vikaliitinsarjan liittimillä LAG– B2 (Launcher Adapter Group).
2. Vian ratkaisemiseksi tulee IETM- dokumentaation sisältää valmistajan toimintaohjeiden mukainen työohje, joka on toteutettavissa suomalaisen kalustokokoonpanon välineillä.

Toimintatutkimuksen kohteeksi otettiin vikaliitinsarjan liittimet 001- 023. Valmistaja on tuottanut sarjan yleisesti raskaan raketinheitimen- versioissa käytettäväksi ja siitä johdettujen liittimien numerointi etenee hyppäyksittäin. Suomelle on toimitettu vain toimitettuun raketinheitinkonfiguraatioon sopivat liittimet.



Toimintatutkimuksen käytännön tehtävänä oli kytkeä systemaattisesti edeten vuorollaan jokainen liitin kohteena olevaan modifioituun raketinheitinyksilöön PS 529-22. Kytken jälkeen järjestelmä käynnistettiin, diagnositiin oireet, etsittiin ongelman ratkaisemiseen johtava työohje sekä todennettiin työohjeen toimivuus toimenpiteet suorittamalla. Tutkimuksen tulosten keräämistä varten laadittiin Excel- taulukko, jonka sarakkeisiin raportoitii seuraavat asiat:

- Liittimen numero.
- Mihin vika kohdistuu.
- Liittimen kytkentäpaikka järjestelmässä.
- Miten vika oireilee.
- Järjestelmän tila kytkentähetkellä.
- Vian aiheuttava(t) signaali(t).
- Löydetyn työohjeen tiedostonimi järjestelmässä.
- Käytössä huomioitavat mahdolliset vaarantavat tekijät ja toimenpiteet niiden huomioimiseksi.
- Lyhyt arvio vaativuudesta, oppimistavoitteesta ja koulutettavuudesta.
- Muut havainnot.

Neljä ensimmäistä tutkittavaa kohtaa saatiin liittimien mukana toimitetusta valmistajan taulukosta.

Tutkimuksen tulokset ovat seuraavat:

1. Liitin numero 001 todettiin vaativaksi kouluttaa ja sen käyttöä koulutuksessa haluttiin rajoittaa.
2. Yhteensä jatkotyöhön valittiin 15 liitintä, mukaan lukien liitin numero 001.
3. Liitin numero 020 päätettiin tietoturvasyistä jättää koulutustarkastelun ulkopuolelle. Tämä liitin jää jatkossa vain valtuutetun henkilöstön käyttöön.
4. Liittimien koulutettavuudesta ja mahdollisen harjoitusten vaativuudesta annetun arvion lopputuloksena kahdeksan liitintä arvioitiin helpoksi, neljä keskivaikeaksi ja kolme vaikeaksi koulutustapaukseksi.
5. Toimintatutkimus oli oivallinen tapa palauttaa asiantuntijoiden mieleen valmistajan koulutuksessa opetettuja asioita. Erityisesti ongelmatilanteiden ratkaisemisessa suoritettut väittelyt, keskustelut, dokumentaatiotyö ja todistamiset olivat opettavaisia osallistujille.

Toimintatutkimuksen tulokset dokumentoivan, kokonaisuudesta hyvinkin karkean kuvan antavan taulukon laatiminen oli välttämätöntä tilanteen seuraamiseksi. Tutkimus kokonaisuudessaan suoritettiin lähes seitsemän kuukauden aikana ja yksittäisen testausharjoituksen aikana ehdittiin käsitellä kahdesta viiteen liitintä. Tutkimus pyrittiin pitämään mahdollisimman suoraviivaisena ja säilyttää arviointiperusteet yhtenevinä testausharjoituksesta toiseen.

Seuraavassa on lyhyesti esitetty vaativuuden mukaisesti jaoteltuina taulukoina toimintatutkimuksessa saadut tulokset:

Taulukko 2. Helpoiksi harjoituksiksi luokitellut vikaliittimet.

Liitin n:o	Aihe	Oire	Tavoite
002	Aseosan ohjaussignaalien muodostuminen käsiajotilanteessa.	Aseosa ei laske vaikka sitä ohjataan kaukosäätimestä.	Perehdyttää aseosan kauko-ohjaimen toimintaan, aseosan liikkeiden hallintaan sekä ohjaussignaalien vianhakuun
010	Laukaisukaapelien ja virtapiirien toiminta ja rakenne.	Laukaisukaapelien käyttäjätason testi ennen lataamista ei mene läpi.	Perehdyttään laukaisukaapelien testaamiseen sekä vianhakuun.
014	Aseosan servo-ohjauksen valvontapiirin toiminta.	Rakettikasetin lukituskahvan asentotieto ei etene järjestelmässä. Ohjelmallinen aseosan ajaminen ei käynnisty.	Perehdyttää koulutettavat servojärjestelmän valvontasignaaleihin, aseosan liikkeiden hallintaan sekä ohjaussignaalien vianhakuun.
015	Servojärjestelmän takaisinkytkennän rakenne ja toiminta.	Takaisinkytkennän mittausarvo vaihtelee mielivaltaisesti.	Perehdyttää koulutettavat resolverien toimintaan ja merkitykseen järjestelmän toiminnassa.
016	Keskusyksikön ja näyttölaitteen tehtävien jako ja toiminta järjestelmässä.	Näytön kuva on tasaisen sininen (Solid Blue)	Perehdyttää koulutettavat keskusyksikön ja näyttölaitteen välisten videosignaalien kulkuun järjestelmässä.
017	Laukaisuun liittyvien signaalien ja laitteiden toiminta laukaisuprosessissa.	Aseen laukaisuprosessi pysähtyy, kun käännetään kytkintä FIRE.	Perehdyttää koulutettavat varmistuksen ja laukaisun signaalien toimintaan ja reititykseen järjestelmässä.
018	Laukaisuun liittyvien signaalien ja laitteiden toiminta laukaisuprosessissa.	Aseen laukaisuprosessi ei ala, kun käännetään kytkintä ARM.	Perehdyttää koulutettavat varmistuksen ja laukaisun signaalien toimintaan ja reititykseen järjestelmässä.

021	Näppäimistön sekä näyttölaitteen välisen signaalin rakenne ja toiminta.	Näppäimistöllä toimii ainoastaan taustavalon säätö.	Perehdyttää koulutettavat ampujan päätteen alle sijoitetun näppäimistön signaalien toimintaan sekä niiden reititykseen järjestelmässä.
-----	-------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Taulukko 3. Keskivaikeiksi harjoituksiksi luokitellut vikaliittimet.

Liitin n:o	Aihe	Oire	Tavoite
007	Järjestelmän käynnistämiseen liittyvän signaalin rakenne ja eteneminen.	Käynnistämisen mahdollistava herätesignaali ei saavu virtalähteeltä eikä siten etene keskusyksikölle ja näyttölaitteelle.	Perehdyttää ammunnanhallintajärjestelmän käynnistyskomennon etenemiseen sekä siihen liittyvään vianhakuun.
013	Perusteet aseosan käsiajolla suoritettavien liikkeiden hallintaan.	Aseosan käsiajoliikkeet eivät toimi, ohjauspyyntöjä ei muodostu.	Perehdyttää koulutettavat aseosan kauko-ohjaimen toimintaan, aseosan liikkeiden hallintaan sekä ohjaussignaalien vianhakuun.
019	Järjestelmän käynnistämiseen liittyvän signaalin rakenne ja eteneminen.	Käynnistämisen aloittava komentosignaali ei saavu keskusyksikölle.	Perehdyttää koulutettavat ammunnanhallintajärjestelmän käynnistyskomennon etenemiseen sekä siihen liittyvään vianhakuun.
023	Järjestelmän virranjakelun rakenne ja toiminta.	Järjestelmä hälyttää aiheettomasti alijännitteestä.	Perehdyttää koulutettavat ammunnanhallintajärjestelmän tehonjakelun hallintaan sekä siihen liittyvään vianhakuun.

Taulukko 4. Vaikeiksi harjoituksiksi luokitellut vikaliittimet.

Liitin n:o	Aihe	Oire	Tavoite
001	Keskusyksikön resolve-ripiirikortin ja järjestel-	Ajolukitus ei aukea, kun aseosaa yritetään ajaa pois	Perehdyttää koulutettavat aseosan liikkeiden syväl-

	män aseosan liikkeen ajoasennosta. hallinnan toiminta.		liseen osaamiseen sekä ajolukituksen ohjaussignaalien vianhakuun.
011	Aseosan ohjaamisessa käytettävien pyyntö- ja komentosignaalien toiminta.	Ampumatarvikenosturin koukku ei nouse ohjauspyynnöstä huolimatta.	Perehdyttää koulutettavat syvällisesti aseosan kauko-ohjaimen toimintaan, aseosan liikkeiden hallintaan sekä ohjaussignaalien vianhakuun.
012	Puomi- ja nosturitoimilaitteiden ohjauslogiikan toiminta.	Aseosan puomit ja nosturit eivät toimi ohjauspyynnöistä huolimatta.	Perehdyttää koulutettavat syvällisesti aseosan kauko-ohjaimen toimintaan, aseosan liikkeiden hallintaan, lukitukseen, aseosan energian jakeluun sekä ohjaussignaalien vianhakuun.

Jo työn valmisteluvaiheessa tuli selväksi, että pelkän taulukon perusteella ei asejärjestelmän diagnostiikkaa tule eikä voi kouluttaa. Toimintatutkimuksen avulla saatiin henkilökohtaisen osaamisen ”virkistämisen” ohella rajattua jatkotyönä toteutettavaan teematestiin vietävät diagnostiikkaharjoitukset sekä kyettiin täsmentämään varsinaista tutkimuskysymystä. Lisäksi saatiin jo alustava käsitys toteutettavan harjoituksen muodollisesta rakenteesta.

## 6.2 Mallikortin ja koulutuskorttien laatiminen

Toimintatutkimuksen tavoite oli selvittää harjoitussuunnitteluun vietävien asejärjestelmän valmistajan toimittamien vikaliittimien, dokumentaation sekä välineistön käyttöön perustuvat harjoitukset. Kirjallisuustutkimuksen sekä kertausharjoitusten tulosten perusteella näiden harjoitusten opetusmenetelmäksi valittiin tapausopetus. Tapausopetuksen valintaa harjoitusten opetusmuodoksi tuki se, että sen käyttö on puolustusvoimissa laajasti vakiintunut mm. tekniikan koulutusmenetelmäksi.

Harjoitusmuodon valinnassa painoarvo oli harjoitusmuodon soveltuvuudella ryhmäytötaitojen, luovuuden, ajattelunvalmiuksien sekä analysointitaitojen kouluttamiseen. Sotilaskäyttöön tarkoitettua järjestelmää on hyvin poikkeuksellisesti tarkoitettu yksilön ope-roimaksi. Sama oletama soveltuu myös kunnossapitoon, ja raskaan raketinheittimen kunnossapidosta vastaa tehtävään lähetetty kunnossapitopartio. Tämän perusteella korttien suunnittelussa huomioitiin opetuksen suuntaaminen aina vähintään 2-5 henkilön

ryhmälle. Suurempi ryhmäkoko asettaa haasteita oppimistavoitteiden saavuttamiselle järjestelmän rajoitteista johtuen.

Harjoitusten sisällön suunnittelussa huomioitiin, että tapausopetuksen harjoituksiin tulee koulutusryhmän kanssa siirtyä vasta kun riittävä teorian ja järjestelmän peruskäytön osaamistaso on jo saavutettu. Reserviläisillä tämä osaamistaso lähtötasosta riippuen on saavutettu noin viiden kertausharjoitusvuorokauden jälkeen. Käytännössä ensimmäisessä kertausharjoituksessa koulutetaan harjoitustapauksina peruskäytön tai yksittäisten testirutiinien suoritteita. Ensimmäisen kertausharjoituksen opetustavoite kunnossapidon ammattihenkilöillä täyttyy mainiosti, kun ryhmä harjoituksen päätyttyä kykenee itsenäisesti ratkaisemaan esitetyn ensimmäisen vaiheen harjoituksen. Toisen ja kolmannen kertausharjoituksen jälkeen ryhmän tulee kyetä muutamia harjoituksia suoritettuaan kyetä itsenäisesti ratkaisemaan minkä tahansa ensimmäisen vaiheen harjoituksista vaaditussa aikamääreessä ja toisen vaiheen harjoituksia kouluttajan tukemana. Kolmannen ja vaativimman vaiheen harjoitukset on pyrittävä suorittamaan kouluttajan johtamana esittävänä opetuksena.

Kertausharjoituksessa käytettävät koulutuskortit suunniteltiin loppuun asti viedyn tapausharjoituksen muotoa noudattaen. Mahdollisten päätöksentekotapausten kouluttamisen tukemiseksi kortteihin lisättiin myös loogisen päättelyn osuus. Päätöksentekotapauksena harjoittamisen voi katsoa onnistuneen, mikäli ryhmä päätyy oikeaan työohjeeseen ja osaa perustella valintansa. Loogisen päättelyn osuus toimii myös hyvänä muistin tukena kouluttajalle.

Koulutuskortin sisällön tulee ensisijaisesti avustaa koulutusta johtavaa asiantuntijaa ja suunnata harjoituksen kulkua kohti oppimistavoitetta. Ennen varsinaisten korttien tuottamista määritettiin kortin muodollinen sisältö. Koulutuskortin tulee sisältää vähintään seuraavat tekijät:

- Tehtävät ja tavoite.
- Vaativuus kolmiportaisella asteikolla luokiteltuna.
- Arvio ajankäytöstä.
- Harjoituksessa huomioitavat turvallisuuteen vaikuttavat tekijät.
- Tiivistetysti harjoituksen aihealueen teoreettinen käsittely.
- Liittimen kytkentäohje ja kuvaus kytkennän vaikutuksesta.
- Järjestelmän tila ja asetukset kytkennän jälkeen.
- Harjoituksessa tarvittavat laitteet tunnistuneen.
- IETM- polku oikeaan työohjeeseen tiedostona ja saneltavana polkuna.
- Havainnekuvat vikaliittimen kytkennästä pääkaaviossa sekä signaali-kaavion muutoksesta vikatilanteessa.
- Vianhaun looginen päättely keskustelun herättämiseksi.
- Tiivis kuvaus työn kulusta.
- Työn vaiheet ja tärkeimmät toimenpiteet luettelona.

Luettavuuden ja käsiteltävyyden kannalta kortin asiat tulee esittää tiivistetysti ja sivumäärätavoite on 3- 4 sivua yhtä korttia ja tapausta kohti. Havainnekuville tulee korostaa olennaista ja karsia harjoitukseen liittymätöntä tietoa. Tavoitekortti kulkee tarvittaessa kouluttajan taskussa ja sen tarkoitus on tuottaa kouluttajalle mahdollisuus harjoituksen aikaiselle tiedon nopealle ja huomaamattomalle tarkistamiselle.

Sisällön määrittämisen jälkeen laadittiin ulkoasultaan erilaisia mallikortteja. Näiden lähteinä käytettiin puolustusvoimien vakiintuneita malleja, muiden asejärjestelmien koulutusmateriaalia sekä eri valmistajien tuottamaa materiaalia. Vaihtoehtoisia malleja esiteltäessä teematestissä asiantuntijat kuitenkin päätyivät perinteisen puolustusvoimien koulutuskorttia mukailevaan pelkistettyyn malliin, josta oli visuaaliset korostukset karstittu pois.

Valmistajan dokumentaatiosta poiketen kortteihin lisättiin kenttä, jossa on kuvattu kunkin simuloitun vian diagnoosiin liittyvä sanallinen päättely. Tämän kentän tehtävänä on tukea kouluttajaa oppilaiden oman päättelyn ja keskustelun aktivoimisessa. Vastaavasti korttien teoria-, kytkentä- ja työvaihekentät antavat kouluttajalle vinkkejä koulutettavien oman päättelyn aktivointiin.

Käyttöön valittu mallikortti selitteineen on tarkemmin esitetty tämän työn liitteessä A.

### **6.3 Teematestien simulointi**

Tämän opinnäytetyön käytännön osuuden koestava vaihe toteutettiin teemahaastattelun tapaan ns. teematestien avulla. Teematestillä tarkoitetaan tässä yhteydessä perinteistä teemahaastattelua, joka simuloitiin tapausopetuksen harjoitustilanteena. Kunkin haastattelun runko noudatti kohteena olevasta vikatapauksesta laadittua harjoituskorttia. Teematesteihin osallistui diplomityön laatijan lisäksi kahdeksan kenttätykistöaselajin asejärjestelmien kunnossapidossa työskentelevää asiantuntijaa. Osallistujia oli samanaikaisesti paikalla kahdesta viiteen. Teematestit suoritettiin kesä- ja heinäkuun aikana vuonna 2015.

Teemahaastattelu simuloitiin siten, että kukin asiantuntija vuorollaan johti vähintään yhden harjoituksen, muiden läsnä olijoiden toimiessa koulutettavina. Diplomityön tekijä keräsi havainnot, ohjasi tarvittaessa tapauksen etenemistä ja johti tapauksen päättämiseen liittyvän yhteisen loppukeskustelun. Niiden osallistujien kesken, joilla kohdejärjestelmän osaaminen oli pinnallisempaa, suoritettiin tapauksen simulaatio haastattelijan johtamana. Haastattelun paino oli tällöin diagnostiikkakoulutuksen yleisessä kehittämisessä teknisen sisällön sijaan. Tapausharjoituksia simuloitiin 9 kertaa. Simuloitujen harjoitusten tehtävänä haastattelujen lisäksi oli myös perehdyttää henkilöstö käyttämään koulutuskortteja ja tapausharjoitusta.

Haastattelua varten tutkija järjesti tilan, jossa oli simulaatiossa tarvittava välineistö, sopikalenteriasiat sekä johti tilaisuuksia. Simulaatiota edelsi ainoastaan osallistumista koskeva sopiminen kunkin tapauksen johtajan kanssa. Haastattelun toteutusperiaate oli, että koulutusvuorossa oleva asiantuntija ei valmistautuisi tilaisuuteen ennalta, vaan koulutaisi tapauksen vasta paikan päällä lyhyen kyseiseen harjoituksen korttiin tutustumisen jälkeen. Sama kehote annettiin myös koulutettavia esittävälle muille asiantuntijoille. Tällä järjestelyllä pyrittiin testaamaan laaditun harjoituskortin käytettävyyttä.

Seuraavassa teemahaastattelujen tärkeimmät tulokset:

1. Korttiin tutustumiseen kului kouluttavalta asiantuntijalta aikaa 8- 33 minuuttia. Tutustumisen aikana paikalla olivat vain haastattelija ja kouluttava asiantuntija. Haastattelija valitsi ennalta kullekin asiantuntijalle sopivaksi katsomansa harjoitustapauksen. Pääsääntöisesti asiantuntijat osasivat aiheen hyvin, mutta korttiin tutustumisen yhteydessä jouduttiin yleensä käsittelemään tarkennuksia. Tarkennukset johtuivat yleensä harjoituskortin kirjallisen ilmaisun erilaisista tulkinnoista.
2. Valmistelut ja kytkennät sujuivat jokaiselta virheettömästi. Muutamissa tapauksissa valmisteluja hidasti tarve järjestelmän uudelleen käynnistämiseen. Tämä saattoi johtua edellisen harjoituksen järjestelmävirheiden yhteisvaikutuksesta uuden harjoituksen muodostamiin virheisiin. Harjoituksien välissä todettiinkin olevan hyvä suorittaa yksi ylimääräinen ylös- ja alasajo vikamuistin nollaamisella ilman vikaliittimiä.
3. Tilanteen kuvaaminen sujui kaikilta kouluttajilta hyvin.
4. Oireen päättely ja vahvistaminen sujui tavanomaista koulutustilannetta nopeammin niiden haastateltavien osalta, jotka olivat osallistuneet jo aikaisempaan toimintatutkimukseen. Niiden haastateltavien osalta, joille kohdejärjestelmä oli oudompi, tai eivät osallistuneet toimintatutkimukseen, vastasi simuloitu tilanne eniten todellista koulutustilannetta. Tällöin saatiin aikaan ryhmän sisällä keskustelua, syy-seuraus pohdintaa ja jopa väittelyä todistamisineen. Näiden anti koettiin yleisesti koko ryhmän osaamista kehittäväksi.
5. Työohjeen löytyminen kesti koulutettavilta asiantuntijoilta 7-11 minuuttia, mikä on keskimääräinen aika järjestelmään perehtyneelle henkilölle. Asiantuntijat etsivät simulaatiossa työohjeen tietokannasta ilman henkilökohtaista hakemistorakennetta, mikä vastasi normaalia koulutettavan tilannetta. Käytännön tilanteessa kokemattomat koulutettavat eivät alussa löydä työohjetta, vaan kouluttajan on heidät siihen opastettava.
6. Työohjeen löytymisen jälkeen varsinaiseen työn aloittamiseen kului vielä 8-15 minuuttia. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että tilanteen kuvaamisen jälkeen käytännön työ alkaa noin 20- 30 minuutin kuluttua ryhmän kokemuksesta riippuen. Tämä huomioitiin harjoitusten suunnittelussa lisäämällä arvioituun läpivientiaikaan vastaava aika.

7. Loppukeskustelut sujuivat tavanomaista nopeammin, koska haastattelijat olivat asejärjestelmien kunnossapidon ammattilaisia. Loppukeskustelu koettiin kuitenkin tarpeellisena harjoituksen päättämisen jo oppimistuloksen varmistamisen kannalta.
8. Loppukeskustelujen yleisenä tuloksena oltiin tyytyväisiä laadittuihin diagnostiikan tapausharjoitusten kortteihin. Kaikki olivat lisäksi sitä mieltä, että vaikka diagnostiikkaharjoituksen kortti olisi laadittu parhain mahdollisin menetelmin, tulee kouluttajan aina valmistautua harjoitukseen etukäteen. Laadittujen harjoituskorttien suurimpana arvona nähtiin tuki opetustilaisuuksien ja kertausharjoitusten suunnittelulle. Jatkossa harjoituskortteja tullaan edelleen kehittämään koulutuksen vaatimusten kehittyessä.
9. Yleiskommenttina koettiin edelleen tarpeen kehittää kunnossapidon erikoisalana diagnostiikan koulutusta puolustusvoimissa. Raskas raketinheitinjärjestelmä on teknologiatasoltaan ja vaativuudeltaan poikkeava muiden kenttätykistöaselajin perinteisistä asejärjestelmistä. Raskaan raketinheitimen diagnostiikkakoulutuksen kehittämiseksi tehty työ saattaa tulevaisuudessa nousta hyödylliseksi maa-voimien hankkiessa nykyistä kehittyneempiä kenttätykistöjärjestelmiä.

## 6.4 Aikaisempien harjoitusten palautteet

Toimintatutkimuksen ja teematestien lisäksi diagnostiikan tapausharjoitusten suunnittelussa huomioitiin kahden kertausharjoituksen palautteet. Kertausharjoituksiin osallistuneet reserviläiset olivat kunnossapidon tehtävissä työskenteleviä ammattilaisista. Henkilöstön koulutustausta vaihteli ammatillisesta ylempään korkeakoulututkintoon. Jokaisella reserviläisellä oli kertausharjoitusten aikana työ- ja/tai opiskelupaikka liikenteen tai teollisuuden kunnossapitoalalla. Nuorimmat reserviläiset olivat juuri kotiutuneita ja kokeneimmat kotiutuneet 5-15 vuotta ennen kertausharjoitustaan.

Koska diagnostiikan kouluttamisen mahdollistavien vikaliittimien toimintatutkimus oli kertausharjoitusten ajankohtana vielä kesken, ei diagnostiikan koulutus ollut kertausharjoitusten ajankohtana täysin mahdollista. Kertausharjoituksessa koulutus painottui asejärjestelmän tekniikan teoriaopetukseen, peruskäyttöön, tietojärjestelmiin, testausrutiinien ajamiseen sekä käyttökuntoisuuden todentavan tarkastuksen suorittamiseen. Osalle reserviläisistä ehdittiin kouluttaa alustavasti tapauskoulutuksena asejärjestelmän diagnostiikkaa ja nämä tulokset näkyvät myös saadussa palautteessa.

Reserviläisiltä saatu suullinen palaute sisälsi seuraavia näkökohtia.

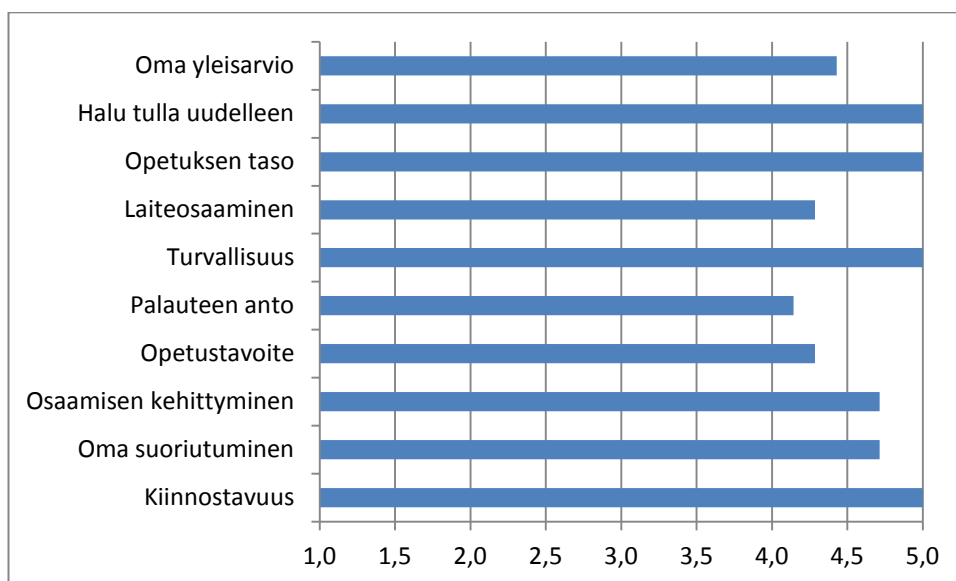
1. *Lyhyet ja usein toistetut kertausharjoitukset.* Osa koulutettavista katsoo lyhytkestoisten kertausharjoitusten olevan helpommin soviteltavissa työelämän haasteisiin. Lisäksi oppiminen koettiin mielekkääksi, jos harjoitus on lyhyt ja toistetaan taas aiheesta jatkaen lyhyen ajan kuluttua.



2. *Pitkäkestoiset kertausharjoitukset.* Osa koulutettavista katsoo olevan oppimisen kannalta tehokkainta pitkä (n. 2 viikkoa) harjoitus, jossa opetus on mahdollista toteuttaa kurssimuotoisena kokonaisuutena. Asejärjestelmän koulutusta asevelvollisille varusmiehille ja reserviläisille antaa yksi ainoa perusyksikkö puolustusvoimissa. Resurssien rajallisuudesta johtuen pitkien kertausharjoitusten järjestäminen on haastavaa. Yhden perusyksikön henkilöstömitoituksella on mahdollista sijoittaa kertausharjoituksia varusmieskoulutuksen kannalta hiljaisemmille ajanjaksoille. Tämä tarkoittaa sitä, että järjestäjävastuussa olevan perusyksikön henkilöstöresurssien vuoksi yhden kertausharjoituksen pituus rajoittuu viidestä kymmeneen vuorokauteen. Järjestelyjen suuren määrän vuoksi lyhyet kahden tai kolmen vuorokauden harjoitukset eivät ole tehokkaita ja pitkissä harjoituksissa rajoite tulee vastaan henkilöstömitoituksessa. Tässä kysymyksessä eivät valitettavasti reserviläisten toiveet kohtaa tarjontaa.
3. *Kieli ei ole ongelma.* Käytännön työelämässä kunnossapidon ammattihenkilö työskentelee päivittäin englannin kielen kirjoitetun ja puhutun dokumentaation parissa. Osan mielestä koko kieliasiaa ei tarvitsisi huomioida lainkaan.
4. *Lyhenteet ja nimitykset.* Alussa järjestelmälle ominaiset lyhenteet ja nimitykset tuottivat ongelmia. Käytännön työelämästä poikkeavat nimitykset ja lyhenteet haittasivat varsinkin alun teoriaoppituntien opetuksen sisällön sisäistämistä. Kouluttajien halutaan aluksi kiinnittävän kieliasussaan enemmän huomiota laitenimien, ilmiöiden ja vaiheiden selittämiseen. Harjoituksen loppuvaiheessa tosin koulutettavat itsekin siirtyvät käyttämään alussa hämmennystä aiheuttaneita termejä ja lyhenteitä.
5. *Koulutus.* Koulutettavat suosivat käytäntöä, jossa harjoituksia käydään alkuvaiheessa läpi johdetusti. Harjoitusjakson edetessä voivat loppuvaiheen harjoitukset olla enemmän tehtävänantoon perustuvia tapausopetuksen harjoituksia ja harjaannuttaa koulutettavia siten työskentelemään ryhmänä. Kouluttajan tuki tapausharjoituksissa koettiin tarpeellisenä vielä tässä vaiheessa. Toisen ryhmän tekemisen seuraaminen koettiin myös oppimista edistävänä.
6. *Vuorovaikutus.* Tapausopetuksen tavoitteena on harjaannuttaa koulutettavat työskentelemään ryhmässä, luovuuden, ajatteluvalmiuksien, analysointitaitojen sekä soveltamiskyvyn kehittämiseksi. Nämä harjoitukset koettiin mielekkäiksi ja tehokkaiksi. Kuitenkin alkuvaiheen harjoituksissa kouluttaja joutui jatkuvasti herättämään ujostelevissa ryhmissä harjoitukseen liittyvää keskustelua ongelman ratkaisemiseksi. Joidenkin mielestä kouluttajien esiin tuomat vaihtoehtoiset esitykset herättivät joskus jopa hämmennystä. Harjoituksen edetessä koulutettavat oppivat tuntemaan toisensa paremmin, mikä madalsi ongelmanratkaisusta keskustelun kynnystä.

Reserviläisiä pyydettiin arvioimaan kertausharjoitusta myös numeerisesti asteikolla 1-5. Kooste kunnossapidon ryhmän vastauksista on esitetty taulukossa 5.

Taulukko 5. Kooste reserviläispalautteesta.



Vastausten keskiarvo oli 4.7 ja kysymyksiin vastasi kymmenen henkilöä. Kyselyn otos on hyvin suppea, eikä siitä voi tehdä yleistäviä johtopäätöksiä kunnossapidon koulutuksesta puolustusvoimissa. Tulosten jakauma painottuu arvosteluasteikon yläpäähän, mikä saattaa selittää koulutettavien yleistä kiinnostusta aiheesta kohtaan, olivathan kaikki vastaajat joko kunnossapidon ammattilaisia tai sellaiseksi opiskelevia.

Edellä esitetyt rajoitukset huomioiden voi kyselyn tuloksista tehdä seuraavat alla esitetyt johtopäätökset.

Kunnossapidon ja diagnostiikan koulutuksessa hyvää oli:

1. Koulutusta pidettiin turvallisena.
2. Aihe oli kiinnostava, mikä toisaalta kertoo onnistuneesta opiskelijavalinnasta.
3. Jotain jäi vielä oppimatta, koska koulutukseen halutaan tulla toistekin.
4. Koulutusta pidettiin korkeatasoisena.

Kunnossapidon ja diagnostiikan koulutuksessa vielä kehitettävää:

1. Palautteen antaminen koulutettaville jää kiireessä helposti tekemättä.
2. Oppimistavoitteen saavuttamista saattoi häiritä kireä aikataulu.
3. Laiteosaamisessa kehittyminen on mahdollistaa lisäämällä sen henkilökohtaisen opetuksen painotusta. Mittaus- ja testilaitteiden osaaminen vaihteli koulutettavien kesken. Tähän mennessä opetuksessa on keskitytty sähkötekniikan perussuureiden mittaamiseen, pääpaino on ollut jatkuvuus ja jännitemittauksissa. Jatkuvien signaalien mittaamisessa osaamisen kehittäminen on varmasti vielä tarpeen. Kertausharjoituksen ajallinen pituus on kuitenkin rajoite.

## 6.5 Toimintatutkimuksen ja kertausharjoitusten havainnot tekniikan koulutuksesta.

Toimintatutkimuksessa ja kertausharjoituksissa havainnoitiin sekä omaa että reserviläisten osallistumista diagnostiikkakoulutuksen testaamiseen. Tässä on esitetty suunnittelun kannalta tärkeimmät havainnot.

Koulutusryhmien muodostamisessa tulee kiinnittää erityistä huomiota koulutettavien aikaisempaan osaamis- ja kokemuspohjaan. Osaamispuhjan taso varmistetaan lähtötason mittaavalla teorian ja/tai käytännön testillä ennen varsinaisen perusteiden opetuksen aloittamista. Samalla kun kouluttaja saa tietoa koulutettavien osaamistasosta, aktivoidaan koulutettavat huomaamaan omat vahvuutensa ja tunnistamaan kehittämiskohteensa. Koulutusryhmän ryhmäkohtainen osaaminen on kokonaisuutena sitä vahvempi mitä laajempi on ryhmän jäsenten osaamisen syvyyden ja laajuuden vaihtelu. Lähtötaso voidaan tarkastaa suullisena kuulusteluna, mikäli ryhmään kuuluu vain muutama henkilö.

Palkatun henkilökunnan koulutuksissa järjestetty lähtötasotesti antaa hyvän referenssin osaamisen kehittymisen arvioimiselle, esimerkkinä tästä on aseiden teknisen tarkastajan pätevyyteen johtava näyttötutkinto. Monimutkaisimmat asejärjestelmät poikkeavat teknologioiltaan jo niin merkittävästi toisistaan, että osaamisen kehittymisen arvioinnissa toisen järjestelmän osaamiseen vertaaminen ei ole hyvä referenssi. Perinteisesti aseiden teknisen tarkastajan koulutustaustan on haluttu painottuvan konetekniikkaan mutta monimutkaisemmissa järjestelmissä teknisen osaamisen painopiste siirtyy automaatio- ja ohjelmistotekniikkaan.

Kirjallisuuden perusteella kokemus edistää kykyä oppia uutta aikaisemmin opetettuun tai koettuun vertaamalla [10]. Kertausharjoitusten reserviläiset vahvistivat tämän väittämän. Aikaisemman kokemuksen havaittiin edistävän oppimista ongelmien välityksellä: havaintovälineenä esitetty vaurioitunut tai kulunut komponentti kiinnosti reserviläistä aina enemmän kuin vastaava ehjä havaintoväline.

Pitkän kokemuksen haittana havaittiin, että koulutettavat saattoivat soveltaa aikaisemmin opetettuja tai hyväksi kokemiaan käytäntöjä myös uuteen järjestelmään. Se mikä oli ennen oikein, ei enää sovellukaan uuden teknologian kanssa käytettäväksi. Näistä vanhentuneista käytännöistä poisoppiminen edellyttää kouluttajalta sinnikkyyttä ja tarkkaavaisuutta.

Oppimista tukee teknisten kokonaisuuksien ymmärtäminen, erityisesti niistä käyty keskustelu. Juuri opetetun aiheen lähestyminen opettaen ja perustellen vaihtoehtoisen tekniikan näkökulmasta havaittiin edistävän uuden oppimista. Vertauskuvien ja huumorin merkitys on myös suuri hyvän oppimisilmapiirin ylläpitämisessä.

Sotilaskoulutuksen toistojen tavoitteena on saavuttaa ylioppimiselle tyypillinen kyky automaatiotason suorittamiseen. Toistokoulutusta ei kuitenkaan ole mahdollista toteut-

taa pitkän alustusajan vaativalla asejärjestelmällä kokonaisuutena. Sen sijaan yksittäisen järjestelmän käyttövaiheen kouluttamisessa toistokoulutuksella saatava hyöty on merkittävä. Erityisesti testirutiinien, parametroiden ja tilasiirtymisten kouluttamisessa tulokset ovat hyviä. Kohdejärjestelmän tapauksessa on aina huomioitava, että päätteellä on vuorollaan vain yksi henkilö operoimassa kahden muun kyetessä seuraamaan toimintaa sivusta. Tämän vuoksi toistokoulutus edellyttää useaa aselavettia ja kouluttajaa. Erillistyöasemille asennettujen simulaattoriohjelmistojen käyttäminen on suositeltavaa aina kun se on mahdollista. Kunnossapidossa ja diagnostiikassa toistokoulutuksella voidaan saavuttaa asejärjestelmän perustason käytön, mittalaitteiden ja työvälineiden käytön sekä käyttöturvallisuuden varmistavien menettelyjen ylioppiminen.

Vaativimman ns. sovelletun vaiheen tapausharjoitus osoittaa parhaiten ryhmän oppimistavoitteiden saavuttamisen tason. Harjoituksen tulee olla vaativa ja muodollisesta harjoituksesta poikkeava. Harjoituksen olosuhdetekijöitä on muutettava koulutustilanteesta esimerkiksi siirtämällä aselavetti ulos, pimeään ja sateeseen. Harjoitusta ei ole tarpeen tehdä loppuun asti, vaan riittää että ryhmä esittelee tekemänsä päätöksen ja perustelee suoritettavat toimenpiteet. Tällöin yhdessä kertausharjoituksessa voidaan arvioida useita koulutusryhmiä ajankäytön puitteissa. Tapausharjoitus on purettava aina kootusti kaikille koulutettaville. Tapausharjoitusten positiivinen palaute reserviläisiltä kannustaa jatkamaan ja kehittämään näitä jatkossakin.

Diagnostiikkaharjoituksia edeltävissä interaktiivisen teknisen dokumentaation (IETM Interactive Electronic Technical Manual ) osalta havaittiin koulutettavien jatkavan ohjelmiston käyttöä vielä taukojenkin aikana. Ohjelmiston ensituntuma oli usein hämmentävä, mutta alun kankeuden väistyttyä koulutettavat käyttivät ohjelmistoa sujuvasti kaikissa diagnostiikkaharjoituksissa. Ryhmätyöskentelyssä oli tavanomaista, että useampi kuin yksi ryhmän jäsen etsi tietoa ohjelmistosta samanaikaisesti, mikä usein nopeutti päätöksen muodostumista.

Lisähavainto oli, että ryhmät omaksuivat usein ohjelmiston käytössä menetelmän, jossa yksi käsitteli juuri työn alla olevaa vaihetta ja yksi kävi läpi tulevien vaiheiden syy-seuraus-päätelyä.

Koulutettavat halusivat usein itse toistaa jonkin työvaiheen, jotta mahdollisimman moni pääsi tekemään. Toistoihin liittyi dokumentaation uudelleen tulkitsemista, menettelytapoihin liittyvää väittelyä sekä tahto varmistaa saatu havainto.

Koulutusympäristössä ryhmien organisoituminen tapahtui nopeasti ja ongelmitta. Ryhmien sisäinen henki oli hyvä ja ryhmien välillä esiintynyt kilpailu näkyi lähinnä hyvän tahtoisena muiden työtä tekevien ryhmien arvosteluna.

Edellä mainittujen havaintojen perusteella pääteltiin, että hyvään muodostuneeseen koulutusympäristöön eniten vaikutti koulutettavien keskinäinen ammatillinen arvostus, ja että koulutettavien keskuuteen muodostui hyvä me- ilmapiiiri.

Ryhmien jäsenet kykenivät itse arvioimaan ryhmänsä tavoitteiden saavuttamista. Tämä näkyi tuloksellisina palautekeskusteluina.

Diagnostiikkaharjoituksen eteneminen saattaa työryhmältä joskus mennä täysin pieleen. Tämä ei kuitenkaan nolostuttanut ketään. Usein epäonnistumisen syiden perustelu palautteessa muodosti uutta tietoa niin koulutettaville, kuin myös kouluttajille.

Fyysiset puitteet eivät tuottaneet ongelmia. Luokkaympäristön sijaan pääosa koulutuksesta järjestettiin huoltohallia vastaavassa tilassa, varastotilassa tai maasto-olosuhteissa. Kokemus osoitti koulutettavien kyvyn sopeutua muutoksiin. Olosuhteen muutoksesta tulee kouluttajan vain tiedottaa koulutettavia riittävän ajoissa.

Koulutettavilla havaittiin olevan tarve puhua opetettavasta aiheesta. Tämä ilmeni aiheesta esitettyjen kysymysten suurena määränä ja kysyjän ilmeisenä tarpeena vahvistaa kouluttajalta oma käsityksensä asiasta. Varsin usein oppilaan käsitys oli oikea.

Koulutettavien aikaisempi työ- ja kokemushistoria ilmeni usein tahtona kertoa muille läsnäolijoille opetettavaa aihetta sivuavasta vastaavasta työelämässä koetusta tilanteesta ja sen ratkaisuksista. Kouluttajan tuli aktiivisesti ohjata opetusta ja toimintaa eteenpäin, kun harjoitustilanteesta oltiin liukumassa sivuun. Harjoitusten tauot olivat sopiva ajan-kohta jatkaa vapaamuotoista kokemuseräistä keskustelua.

Ryhmien organisoituminen oli nopeaa. Tarvittaessa edelliset ryhmät purettiin ja muodostettiin uudet ryhmät esimerkiksi käytössä olevien aselavettien lukumäärän mukaan. Uudelleen organisoituminen tapahtui nopeasti ja ryhmien oppimisessa tai työnjaossa ei havaittu merkittäviä ongelmia tai viiveitä. Ammattilaiset suhtautuivat työhönsä ylpeydellä joka ilmeni aitona tahtona oppia ja ratkaista esitetty ongelma.

Toimintatutkimuksen merkittävimpana oppimiseen liittyvänä havaintona oli oppilaspa-lautteissa saatu vastaus kouluttajakeskeisen opettamisen paremmuudesta. Oppilaat suosivat enemmän kouluttajakeskeistä tapaa oppimiskeskeisen sijaan. Tässä saattoi vaikuttaa kohderyhmän tausta ja arvomaailma, vaativan tekniikan oppimisessa ja harjoituksissa haluttiin olla varmoja, että harjoiteltavat toimenpiteet tehdään oikein. Kouluttajan suusanallisesti kertomaan tietoon luotettiin usein jopa enemmän kuin valmistajan tuottamasta teknisestä dokumentaatiosta löydettyyn tietoon. Olikin varsin tavanomaista, että dokumentaatiosta löydetty ja oikein tulkittu tieto esiteltiin kouluttajalle ennen käytännön työn tekemistä.

Toinen peruste valmistajan tuottaman dokumentaation kohtaamaan epäluottamukseen oli ohjelmiston epävakaa käyttöliittymä sekä koulutuksen aikana dokumentaatiossa havaitut asiavirheet.

## 7. PÄÄTELMÄT

Ohjesäännön [8] mukaan sotilasjoukon harjoitus on aina suunniteltava. Suunnittelun ansiosta kouluttaja rakentaa tulevasta harjoituksesta itselleen ajatusmallin. Mallin avulla johdetussa harjoituksessa saavutetaan oppimistavoite jouhevasti ja yllätyksettä. Hyvä harjoitus ei ole kertakäyttöinen, vaan sitä voi käyttää yhä uudelleen. Hyvin suunniteltu ei ole kuitenkaan puoliksi tehty, eikä ikuinen. Ennen harjoitusta on kouluttajan suunnitelmasta huolimatta valmistauduttava tulevaan harjoitukseen varmistamalla oppimistavoite ja kertaamalla teoria. Kouluttajan on kerättävä palautetta omasta toiminnastaan sekä oppimistavoitteen täyttymisestä. Palautteen ansiosta hyvä kouluttaja kehittää itseään ja suunnittelemaansa harjoitusta.

Tämän diplomityön tuloksena suunnitellut harjoitukset rajattiin asejärjestelmän valmistajan tuottaman materiaalin ja dokumentaation perusteella. Rajausta ei estänyt suunnittelujen harjoitusten jatkokehittämistä. Valmistajan tuottama materiaali on nähtävä koulutusvälineenä, jota käytetään oppimistavoitteen saavuttamiseksi. Tässä työssä suunnittelu kohdistettiin kunnossapidon reserviläisten harjoituksiin. Oppimistavoitteen ja kohde-ryhmän muuttuessa valmistajan materiaalia ja dokumentaatiota voi soveltaa muihinkin harjoituksiin. Tästä esimerkkinä miehistölle tai ammunnan johdolle simuloitu tilanne, kun aseosan ajolukitus ei avaudukaan yritettäessä suunnata asetta ampumasuuntaan. Harjoituksen oppimistavoite vaihtuu nyt aseosan ohjausjärjestelmän osaamisesta poikkeamatilanteen hallitsemiseksi.

Kenttätykistöaselajissa modifioitu raskas raketinheitin edustaa suurta teknologiatason hyppyä. Kenttätykistöaseiden kunnossapito on perinteisesti painottunut mekaniikkaan ja hydraulikkaan. Nyt painotus on siirtymässä raskaan raketinheitin myötä järjestelmäteknikkaan, säätötekniikkaan ja ohjausjärjestelmiin. Näihin liittyvä diagnostiikka on osa kunnossapitoa, eikä sen tehtävänä ole kiistää mekaniikan tai hydraulikan asemaa, vaan tukea niitä. Diagnostiikan merkitys kompleksisessä järjestelmässä korostuu järjestelmän käytettävyyden palauttamisessa. Systemaattisen analyysin menetelmin on tehokkaampaa lähestyä käsillä olevaa vikatapausta summittaisen komponenttien vaihdon sijaan. Tätä ei puolla pelkästään asejärjestelmän varaosien korkea kustannustaso, vaan ensisijaisesti tietämys turvallisen käytettävyyden saavuttamisesta. Ammunnanhallintajärjestelmään kytketty viiden tonnin räjähdelaus on aina tekijä, joka on harkiten otettava huomioon omassa toiminnassa.

Diplomityön työntäyteisin vaihe oli perustietämyksen hankkimisessa käytetty toimintatutkimus. Toimintatutkimuksessa testattiin ja arvioitiin toimitetun materiaalin toimintaa ja soveltuvuutta oman tekniikan henkilöstön kouluttamiseen. Toimintatutkimuksen

eduksi tutkimusmenetelmänä on huomioitava sen luontevuus ja joustavuus tutkimuskysymyksen käsittelyyn.

Tutkimuksessa on käsitelty diagnostiikan koulutusta sotilaskoulutuksen, oppimisen ja opettamisen sekä puolustusvoimien kunnossapidon erityispiirteiden kannalta. Tärkeimpänä lähtökohtana koko tutkimuksen ajan on ollut, että asejärjestelmän diagnostiikkaa koulutetaan kunnossapitoalan kokeneille reserviläisille. Sama näkökulma on puolustusvoimissa käytössä laajemmalti. Puolustusvoimat täydennyskouluttaa tarvitsemansa erikoishenkilöstön sopivan perusosaamisen siviilielämässä hankkineista ammattilaisista. Oli sitten kyse vakinaisesta palkatusta henkilökunnasta tai sodan ajan tehtävään sijoitusta reserviläisestä.

Diagnostiikka on kohteen analyysia eri näkökulmista, jossa päätöksiä ei tehdä tunteen tai aistimuksen perusteella. Tutkimus toi esiin tärkeimmät kouluttamisen kannalta huomioitavat tekijät. Tuntemus hyvästä koulutuksesta saavutetaan ennen kaikkea hyvän oppimistuloksen kautta. Tutkimuksessa on tuotu esiin hyvän koulutuksen tekijöitä, mutta keskeisintä on kuitenkin saavutettu oppimistulos. Haastavinta on saada opetustilanne käännettyä opetuskeskeisestä oppimiskeskeiseksi. Puolustusvoimissa kouluttaja on myös esimies, mistä johtuen koulutettavia on aktivoitava perustelemaan tekemistään toisilleen ja kouluttajalle. Tätä varten suunniteltuihin koulutuskortteihin lisättiin keskustelun aktivointia helpottavia vinkkejä. Kohderyhmän ikä painotti koulutuksen menetelmiä aikuiskoulutuksen suuntaan varusmieskoulutuksen sijaan. Asejärjestelmän vika-diagnoosia ei voi menestyksellä kouluttaa äksiisinä, kuten alokkaille sulkeisjärjestystä. Aikuiset ammattilaiset on varustettava riittävällä lähtötiedolla ja käytännön mahdollisuudella harjoitella. Loppu sujuu ryhmän itseään ruokkivana oppimisena, jossa kouluttaja auktoriteetin sijaan toimii herättäjänä, valmentajana ja ohjaajana. Reserviläisten korkea ammatillinen osaaminen yhdessä ammattiylpeuden kanssa antaa hyvän perustan vaativan asejärjestelmän diagnostiikan kouluttamiselle.

Tutkimuksessa koulutusmenetelmäksi valittiin tapauskoulutus. Tälle päätökselle perustelu saatiin niin kirjallisuustutkimuksesta, kuin teemahaastattelun tapausharjoituksista. Valintaa puolsi myös kertausharjoituksesta saatu hyvä palaute, vaikka esittävälle opetukselle oli myös puolustajia. Tapauskoulutus on niin hyvin vakiintunut sotilaskoulutuksen menetelmäksi, että se oli kouluttajille välittömästi hyvin käteen sopiva työkalu. Nyt ei koulutettu ryhmää puolustustaistelussa, vaan kunnossapitopartiota työssään viikaantuneen aselavetin äärellä. Tapauskoulutusta varten laadittu koulutusmateriaali on monikäyttöistä. Harjoituksen vaativuutta on helppoa muuttaa olosuhdetta tai järjestelmän tilaa vaihtamalla oleellisestikin, varsinaisen oppimistavoitteen säilyessä taustalla.

Harjoitusten vaativuuden määrittelyssä mittarina käytettiin toimintatutkimuksessa saavutettua omaa arviota sekä teemahaastattelujen tuloksia. Vaativuuden määrittelyä ei voi yksinomaan suorittaa kuluvan ajan perusteella, mikäli oppimistavoitteen taustalla olevan poikkeaman ratkaisua ei ymmärretä. Teknisen sovellutuksen toimintaan tai toimi-

mattomuuteen liittyvien ehtojen, syiden ja seurausten analyttinen käsittely on juuri diagnostiikan syvin olemus. Oli valmistajan työohje kuinka hyvä tahansa, on se vain kirjoitettu työvaiheiden sarja, jota noudattamalla todennäköisesti saavuttaa tavoitteen, mikäli on valinnut oikean työohjeen. Järjestelmän oire ja koulutuskorttiin kirjoitettu tilanteen kuvaus yhdessä opastavat harjoituksen ratkaisua kohti. Jos oiretta ei tulkita oikein tilanteen kuvauksen kanssa, kasvaa harjoituksen vaativuus merkittävästi. Vastavasti perustelu järjestelmän turvallisen käytön jatkamiselle jää puutteelliseksi, jos oireen muodostumisen mekanisme ei ole ymmärretty. Ymmärrys ja osaaminen kehittyvät ryhmän yhteistyön kautta, ei pelkkää työohjetta seuraamalla.

Kun koulutettavat ovat yhdessä muodostaneet ryhmälleen oikean ajatusmallin ongelman syistä, vaikutuksista ja ratkaisemisesta, on diagnostiikan oppimistavoite saavutettu.

Diplomityön liitteenä olevan mallikortin mukaisia diagnostiikan tapausharjoituksia tuotettiin yhteensä viisitoista kappaletta. Harjoituksista tuotetut koulutuskortit luovutetaan kouluttavan joukkoyksikön käyttöön. Järjestelmävuollista Logistiikkalaitoksen Järjestelmäkeskusta pyydetään lisäksi tallentamaan kortit järjestelmädokumentaation yhteyteen SAP- järjestelmään. Koulutuskorttien ylläpitovastuu jatkossa jää edelleen asejärjestelmän teknisten asiantuntijoiden vastuulle.



## LÄHTEET

- [1] Jyri Kosola, Maanpuolustuskorkeakoulu, Sotatekniikan laitos, Suorituskyvyn elinjakson hallinta, 10.10.2007, s.18–28.
- [2] Marjaana Soininen & Tuula Merisuo- Storm, Turun yliopisto, Rauman opettajankoulutuslaitos, Kasvatustieteellisen tutkimuksen perusteet, 15.8.2009, s.13-101.
- [3] Puolustusvoimat, Lappeenrannan teknillinen yliopisto, Tutkimuksen koulutuspaketti, saatavissa:  
[http://www3.lut.fi/projectsites/pvtutko/proedit/program\\_files/index.html](http://www3.lut.fi/projectsites/pvtutko/proedit/program_files/index.html)
- [4] Anita Saaranen-Kauppinen & Anna Puusniekka, Yhteiskuntatieteellinen tietoaarkisto, Tampereen yliopisto. Kvalitatiivisten tutkimusmenetelmien oppimisympäristö, saatavissa:  
<http://www.fsd.uta.fi/menetelmaopetus/kvali/index.html>
- [5] Puolustusvoimien Koulutuksen Kehittämiskeskus, Yleinen ase- ja asejärjestelmäopas, 7.12.2001, s.26–28.
- [6] Puolustusvoimat Tiedotteet, Maavoimat rakentaa uutta suorituskykyä.31.1.2011. Saatavissa:  
<http://www.puolustusvoimat.fi/wcm/su+puolustusvoimat.fi/pv.fi+staat+n+sivusto+su/puolustusvoimat/tiedotteet/maavmatle+rsrakh+tiedote>
- [7] Lockheed Martin, Missiles and Fire Control, oppimateriaali MULTIPLE LAUNCH ROCKET SYSTEM (MLRS) UNIVERSAL FIRE CONTROL SYSTEM (UFCS) M270D1, MAINTAINERS TRAINING COURSE, 2012
- [8] Pääesikunta Koulutusosasto, Kouluttajan opas, Ohjesääntö 801, 2.1.2007, s 12-163.
- [9] Puolustusvoimien Koulutuksen Kehittämiskeskus, Sotilaspedagogiikan perusteet, 1998, s.9– 83
- [10] Annemari Kokkinen, Leena Rantanen- Väntsi, Anita Tuomola, Gummerus kirjapaino Oy, Aikuisen oppijan kirja, 2008, s.10-28
- [11] Petri Haataja & Kari-Pekka Niemelä, Kehittämishanke, Tampereen Ammattikorkeakoulu, Ammatillinen opettajakorkeakoulu, 2010

- [12] Päivi Kupias, Yliopistokustannus, HYY Yhtymä, Kouluttajana kehittyminen, 2007, s.45- 102
- [13] Seppo Helakorpi, Helena Aarnio, Martti Majuri, Hämeen Ammattikorkeakoulu, Ammatillinen Opettajakorkeakoulu, Ammattipedagogiikkaa uuteen oppimiskulttuuriin, 2010
- [14] Reijo A Kauppila, Ihmisen tapa oppia, PS- Kustannus, 2007
- [15] Risto Heinonkoski, Kone- ja prosessiautomaation kunnossapito, Opetushallitus, Suomen Yliopistopaino Oy, 2013
- [16] Kunnossapitoyhdistys Ry, Sähköinen oppimateriaali, Opetushallitus, 2015. Saatavissa:  
<http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/kunnossapito/perusteet.html>
- [17] Pääesikunta, Kunnossapito-opas, Edita Prima Oy, 2003
- [18] Kunnossapitoyhdistys Ry, Promaint verkkolehti, julkaistu 10.12.2014. Saatavissa: <http://promaintlehti.fi/Kunnonvalvonta-ja-kayttovarmuus/Kohti-Puolustusvoimien-yhtenaista-kunnossapidon-ohjausta>

**LIITE A: MALLIKORTTI****LEIMA****DIAGNOSTIIKAN KOULUTUSPAKETTI****LAG-B2****Raskaan raketinheitinjärjestelmän ammunnanhallinnan päivitys**

---

Versio 1.0

29.6.2015

Laatinut: Insmaj Jarmo Ahde

1	KOULUTUSPAKETIN TAVOITTEET JA PERIAATTEET	3
2	TOIMINTOJEN KARTOITUS	3
3	MALLIKORTTI	4
3.1	TEHTÄVÄT JA TAVOITE	4
3.2	VAATIVUUS	4
3.3	AIKA-ARVIO	4
3.4	HARJOITUKSESSA HUOMIOITAVA	4
3.5	PERUSTEITA	4
3.6	KYTKENTÄ	4
3.7	JÄRJESTELMÄN ASETUKSET HARJOITUKSEN ALUSSA	4
3.8	KÄYTETTÄVÄT LAITTEET	4
3.9	IETM- POLKU	4
3.10	SIGNAALIKAAVIO SEKÄ VIKALIITTIMEN SIJOITUS PÄÄKAAVIOON	5
3.11	VIANHAUN PÄÄTTELY HARJOITUKSESSA	5
3.12	TYÖN KULKU	5
3.13	HARJOITUKSEN KULKU TIIVISTETYSTI	5

#### MUUTOSHISTORIA

Versio	Päivittäjä	Pvm	Muutoksen kuvaus
0.5	J Ahde	25.05.2015	Alustava luonnos ja mallikortti
1.0	J Ahde	29.06.2015	Laadittujen ja testattujen korttien liittäminen

## **KOULUTUSPAKETIN TAVOITTEET JA PERIAATTEET**

Tämä asiakirja liitteineen sisältää materiaalin raskaan raketinheittimen modifioidun ammunnanhallinnan diagnostiikan kouluttamiselle.

Materiaali perustuu asejärjestelmän valmistajan toimittamaan LAG-B2 vikaliitinsarjaan sekä asejärjestelmän tekniseen dokumentaatioon. Vikaliitinsarjan varsinaisille vikaliittimille on tuotettu harjoituksen läpivientiä varten tiivistetty ohjelma, jolla on tavoitteena saavuttaa kattava teknisen osaamisen taso turvallisesti läpiviedyissä ja suunnitelluissa harjoituksissa. Harjoitukset on jaettu kolmeen vaativuustasoon työmäärän, teoriaosaamisen, monimutkaisuuden sekä ajankäytön perusteella.

Materiaalin laatimisen tavoitteena on suunnitella ja tuottaa asejärjestelmän valmistajan toimittamaan diagnostiikan vikaliitinsarjaan perustuva harjoitusten kokonaisuus, joka tukee asejärjestelmän ammunnanhallinnan kunnossapitoa kouluttavaa asemestaria, järjestelmäinsinööriä tai asiantuntijaa.

Materiaalin kohderyhmänä on asejärjestelmälle koulutetut asiantuntijat, jotka vastaavat edelleen asejärjestelmän teknisestä koulutuksesta kotimaassa.

## **TOIMINTOJEN KARTOITUS**

Tämän koulutuspaketin sisältö on rakentunut asejärjestelmää käyttävän joukkoyksikön testaus- ja kertausharjoituksissa vuosien 2014 ja 2015 aika.

Tarve opetusmateriaalin tuottamiselle havaittiin välittömästi valmistajan toimitettua vikaliitinsarjan käyttäjälle. Tarve korostui ja edelleen täsmentyi toteutettujen henkilökunnan koulutusten sekä kertausharjoitusten aikana.

Harjoitusten rakenne on tarkentunut työn edetessä esiin nousseiden koulutuksen vaatimusten perusteella. Keväällä 2015 toteutettujen teematestien ja -haastattelujen perusteella materiaali on saavuttanut nykyisen tasonsa. Lisäksi harjoitusten rakenteeseen on vaikuttanut reserviläisiltä saatu arvokas palaute. Edellä mainitun perusteella laadittiin seuraavassa luvussa esitetty mallikortti, jonka rakennetta kaikki laaditut kortit noudattavat.

Materiaali on puettu perinteisiä koulutuskortteja mukailevaan kirjoi-

tusasuun, jossa jokaisesta vikaliittimestä on oma koulutuskorttinsa. Kortteja on vikaliittimiä vastaava lukumäärä (15 kpl).

Mahdollisten muutosten hallitsemiseksi materiaali toimitetaan sähköisenä ja arkistoidaan SAP- järjestelmään asejärjestelmän omaan dokumenttisisältöön.

## **MALLIKORTTI**

### **Tehtävät ja tavoite**

Tässä kerrotaan lyhyesti harjoituksen sisältö sekä oppimistavoite järjestelmässä.

### **Vaativuus**

Harjoituksen vaativuutta kuvataan kolmiportaisella asteikolla

1. Helpohko, komponenttitaso, rajattavissa oleva, ajankäyttö 30-90 minuuttia
2. Keskivaikea, laitetaso, ajankäyttö 60-120 minuuttia
3. Vaikea, järjestelmätaso, ajankäyttö 120-240 minuuttia

### **Aika-arvio**

Arvio ajankäytöstä 30 minuutin tarkkuudella.

### **Harjoituksessa huomioitava**

Tässä huomioidaan harjoituksessa normaalista käyttötilanteesta poikkeavat henkilö- ja laiteturvallisuuteen vaikuttavat tekijät. Turvallisuuden osalta annetaan ohjeita myös testilaitteiden ja työkalujen käytön valvonnasta.

### **Perusteita**

Tässä esitetään tiivistetysti harjoituksen aihealueen teoreettinen käsittely. Tavoitteena on saavuttaa taso, jolla kouluttaja pystyy itselleen kertaamaan teoriaosuuden sekä antamaan vastauksia mahdollisille kysymyksille. Teorian käsittelyllä on tavoitteena aktivoida koulutettavissa ajatuksia ja keskustelua aiheesta.

Teorian lähteenä on käytetty IETM:n teoriasisältöä tai valmistajan toimittamaa alkuperäistä oppimateriaalia.

### **KytKentä**

Tässä esitetään kuvaus vikaliittimen kytkennästä järjestelmään.

- minne kytketään
- mitä signaaleja puuttuu
- signaalinimet
- signaalin aiheuttaman oireen lyhyt kuvaus

### **Järjestelmän asetukset harjoituksen alussa**

Tässä esitetään vaiheittain ohje järjestelmän saattamiseksi harjoi-

tuksen kannalta parhaiten sopivaan tilaan: huomioiden energian syöttö, sähköjärjestelmän tila, kytkentähetki sekä järjestelmän tila. Tässä esitetty malli vastaa harjoituksen perustoteutusta, joka soveltuu esittävään opetukseen tai ensimmäisiin tapausharjoituksiin. Harjoituksen vaativuus muuttuu oleellisesti vaikuttamalla olosuhteeseen tai järjestelmän tilaan harjoituksen alussa.

### **Käytettävät laitteet**

Tässä esitetään luettelonomaisesti harjoituksessa tarvittavat työkalut, mittalaitteet, testilaitteet, testikaapelit nimikkeineen ja mahdollisine osanumeroineen. Nimikkeet vastaavat testilaitesarjojen nimeämistä välineiden löytämisen helpottamiseksi ja niiden käyttäminen harjaannuttaa koulutettavat käyttämään oikeita termejä.

### **IETM- polku**

Polku, jolla voi avata harjoituksen työohjeen IADS- Reader sovelluksen open- toiminnolla. Esimerkiksi: MLRS/M270D1 IETM/B1/ngfaact.sgm

Suoran avaamisen sijaan suositellaan vaiheittain sovelluksessa siirtymistä kouluttajan sanelun mukaisesti. Vaiheittain esitetty polku oikeaan työohjeeseen alkaa aseiden interaktiivisen ohjeen perustasolta. Esimerkkinä vikatapausta, jossa laukaisukytin on vikaantunut:

MAINTAINER MAINTENANCE PROCEDURES =>  
TROUBLESHOOTING =>  
TROUBLESHOOTING INDEXES =>  
ALPHABETICAL MESSAGE INDEX =>  
SYSTEM MALFUNCTION SYMPTOM INDEX =>  
UNIVERSAL GUNNERS DISPLAY UNIT SYMPTOMS =>  
FIRE SWITCH INOP

### **Signaali-kaavio sekä vikaliittimen sijoitus pääkaavioon**

Tässä esitetään harjoituksen kannalta olennaiset pelkistetyt kaaviot:

1. Signaali-kaavio, johon on merkitty puuttuva(t) signaali(t).
2. Pääkaavio, johon on merkitty vikaliittimen sijoitus ammunnanhallintajärjestelmässä.

### **Vianhaun päättely harjoituksessa**

Tässä esitetään tiivistetty ja luettelomainen vian oireen perusteella suoritettava päättely vian mahdollisesta sijainnista. Tavoitteena tässä on saada koulutettavat miettimään syy-seuraus suhteiden perusteella mahdollista vikaa. Tavoitteena on myös herättää keskustelua ennen varsinaiseen työhön ryhtymistä.



Päätöteley on onnistunut kun vika on saatu rajattua. Rajauksen laajuus vaihtelee vikatyypeittäin komponentista laitteistoon.

Päätöteley johtaa päätökseen suoritettavasta kunnossapidon toimenpiteestä.

### **Työn kulku**

Lyhyt, kronologinen ja kerronnallinen kuvaus harjoituksen toteuttamisesta.

Tässä myös maininnat mahdollisista riskeistä, työohjeiden puutteista tai mahdollisista havainnollisuutta korostavista seikoista.

Eritynen huomio menettelyyn, jolla koulutettavat tarkastavat käyttäjätason antaman tilanteen kuvauksen päteveyden ennen työhön ryhtymistä.

### **Harjoituksen kulku tiivistetysti**

Luettelona harjoituksen etenemisen ja työohjeen työvaiheet sisältäen tilanteen kuvauksen.

Lopuksi vihjeet harjoituksen päättämiseen sisältyvään lyhyeen palauttekeskusteluun, kertaamiseen sekä oppimisen todentaviin kysymyksiin.

Niinisalossa 29.06.2015

Insinööriinajuri

Jarmo Ahde